

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Química**

Facultad: CIENCIAS

Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Titulo: Diseño de una cadena de baños para el proceso de película de conversión química en piezas constituidas por aleaciones de aluminio

Autora: Ana Luisa PAJARES LUQUE

Fecha: Junio 2010





INDICE GENERAL:

- I. DOCUMENTO N°1: Memoria Descriptiva, Cálculos y Anexos.
- II. DOCUMENTO N°2: Pliego de condiciones.
- III. DOCUMENTO N°3: Presupuesto.
- IV. DOCUMENTO N°4: Planos.

I.DOCUMENTO N°1

I.I- MEMORIA DESCRIPTIVA.

Capítulo 1: Antecedentes.

1.1.	Peticionario	1
1.2.	Propuesta del Proyecto Fin de Carrera	2
1.3.	El aluminio y sus aleaciones	4
1.3.1.	Corrosión y oxidación en el aluminio	6
1.3.2.	Protección frente a la corrosión	13

Capítulo 2: Objeto y justificación del proyecto.

2.1.	Objeto del proyecto	15
2.2.	Justificación del proyecto	15

Capítulo 3: Localización.

Capítulo 4: Ingeniería del proceso.

4.1.	Principios básicos del proceso	18
4.2.	Esquema general del proceso	18
4.3.	Etapas de limpieza:	
	Preparación de la superficie metálica	20
4.3.1.	Desengrase	21
4.3.2.	Limpieza alcalina	23
4.3.3.	Limpieza ácida o desoxidado	24
4.3.4.	Enjuague con agua de red y agua desmineralizada	25
4.4.	Película de Conversión Química	27
4.5.	Secado	30
4.6.	Mano de obra	31

4.7.	Almacenamiento	32
------	----------------------	----

Capítulo 5: Ingeniería del diseño de equipos.

5.1.	Introducción	33
5.2.	Características de los baños	34
5.2.1.	Baño de Desengrase	34
5.2.2.	Baño de Limpieza Alcalina	37
5.2.3.	Baños de enjuague con agua de red y agua desmineralizada	40
5.2.4.	Baño de Limpieza Ácida o Desoxidado	43
5.2.5.	Baño de Película de Conversión Química	46
5.3.	Equipos y máquinas auxiliares	49
5.3.1.	Sistema de agitación	49
5.3.2.	Extracción de gases.	50
5.3.3.	Equipo de agua desmineralizada	51
5.3.4.	Depuradora	53
5.3.5.	Sistema de calefacción	54
5.3.6.	Sistema de transporte	56
5.3.7.	Foso de contención	56
5.3.8.	Panel de control	57
5.3.9.	Equipo de seguridad	57

Capítulo 6: Seguridad e Higiene en el trabajo.

6.1.	Introducción	58
6.2.	Información general de los productos químicos	59
6.2.1.	Fichas técnicas de seguridad	57
6.2.2.	Almacén de los productos químicos	89
6.3.	Equipos de protección personal	93
6.4.	Ficha de evaluación y prevención de riesgos	97

Capítulo 7: Estudio medioambiental: Gestión de residuos generados.

7.1.	Introducción	102
7.2.	Auditorías	103
7.3.	Papel del ingeniero	104
7.4.	Operaciones físico-químicas	105
	7.4.1. Operaciones físicas unitarias	106
	7.4.2. Operaciones químicas unitarias	107
7.5.	Minimización e identificación de contaminantes	108
	7.5.1. Criterios de minimización	108
	7.5.2. Identificación y segregación	111

Capítulo 8: Requisitos de calidad.

8.1.	Introducción	115
8.2.	Control de piezas tratadas	115
	8.2.1. Película de Conversión Química tipo manual	115
	8.2.2. Cumplimentación de las fichas	117
	8.2.3. Control del aire comprimido	117
8.3.	Control analítico de baños	118
	8.3.1. Determinación del pH	118
	8.3.2. Determinación del factor de ataque baño de Desoxidado.....	118
	8.3.3. Determinación del contenido en jabón en el baño de limpieza alcalina	118
	8.3.4. Control de la eficacia del proceso	119
	8.3.5. Preparación del baño de Película de Conversión Química para su llenado	120

Capítulo 9: Mantenimiento de las instalaciones	123
---	-----

Capítulo 10: Bibliografía	124
--	-----

I.II- CÁLCULOS.

Capítulo 1. Cálculo de los componentes de los baños.

1.1.	Introducción	1
1.2.	Cálculo del espesor de la pared de los baños	2
1.2.1.	Cálculo de la presión que ejerce el fluido	3
1.2.2.	Cálculo de la tensión admisible del material	4
1.2.3.	Área de cálculo	4
1.3.	Cálculo de la flecha máxima de la pared	5
1.4.	Cálculo de las vigas de sujeción	6
1.4.1.	Módulo resistente del conjunto plancha-viga	7
1.4.2.	Momento que soporta la viga	9
1.5.	Cálculo de los cordones de soldadura	12

Capítulo 2. Cálculo de las dimensiones de las tapas14

Capítulo 3. Cálculo del caudal de aire necesario para la agitación de los baños.

3.1.	Cálculo de los coeficientes K_1 y K_2	17
3.1.1.	Cálculo del coeficiente K_1	18
3.1.2.	Cálculo del coeficiente K_2	18

Capítulo 4. Cálculo de la aspiración de los baños20

Capítulo 5. Cálculo de las resistencias de calentamiento.

5.1.	Baño de Desengrase	27
5.2.	Baño de Limpieza Alcalina	29

5.3.	Baño de Limpieza Ácida o Desoxidado	.....	30
5.4.	Baño de Película de Conversión Química	.....	31

Capítulo 6. Cálculo de las pérdidas de calor en los baños.

6.1.	Baño de Desengrase	.....	36
6.2.	Baño de Limpieza Alcalina.....		37
6.3.	Baño de Limpieza Ácida	.....	38
6.4.	Baño de Película de Conversión Química	.....	39

Capítulo 7. Cálculo de las dimensiones del foso

de contención	40
----------------------	-------	----

I.III- ANEXOS.

Tabla IV.	Resumen de las operaciones en la cadena de baños del proceso	1
Tabla V.	Valores tabulados para una placa rectangular sometida a una carga uniformemente repartida	2
Tabla VI.	Propiedades de los materiales ferrosos	3
Tabla VII.	Características de los perfiles IPN	4
Tabla VIII.	Espesores de soldadura	5
Tabla IX.	Factor de fricción para tuberías comerciales, nuevas, de acero, con flujo en la zona total de turbulencia	5
Tabla X.	Valores recomendados para la Velocidad de Captura	6
Tabla XI.	Diámetro equivalente en los conductos rectangulares	7
Tabla XII.	Pérdidas por rozamiento del aire en conductos circulares	9
Tabla XIII.	Velocidad de los gases en cada tramo del conducto de aspiración	10
Tabla XIV.	Determinación de las pérdidas de carga en codos y accesorios..	11
Tabla XV.	Pérdidas de carga mm.c.a. de los accesorios	13
Tabla XVI.	Propiedades del aire	13
Tabla XVII.	Propiedades del agua	14

II.DOCUMENTO N°2: PLIEGO DE CONDICIONES

Capítulo 1: Objetivo	1
Capítulo 2: Disposiciones generales	1
2.1. Contradicciones, omisiones o errores	1
2.2. Trabajos preparatorios	1
2.2.1. Comprobación de replanteo	2
2.2.2. Fijación y conservación de puntos de replanteo	2
2.2.3. Programación de los trabajos	3
2.3. Plazos de ejecución	3
2.4. Desarrollo y control de los trabajos	4
2.4.1. Equipos y maquinaria	4
2.4.2. Ensayos	4
2.4.3. Materiales	5
2.4.4. Acopios	6
2.4.5. Trabajos nocturnos	7
2.4.6. Accidentes de trabajo	7
2.4.7. Descanso en días festivos	8
2.4.8. Trabajos defectuosos o no autorizados	8
2.4.9. Señalización de las obras	8
2.4.10. Precauciones especiales	9
2.4.11. Personal técnico	9
2.5. Medición de las obras	10
2.6. Certificaciones	10
2.6.1. Precio unitario	11
2.6.2. Partidas alzadas	11
2.6.3. Instalaciones y equipos	11

2.7.	Legislación social	11
2.8.	Gastos de cuenta del contratista	12
2.9.	Ingeniero director de obras	12
2.10.	Recepciones, garantías y obligaciones del contratista	13
2.10.1.	Recepción provisional	14
2.10.2.	Plazo de garantía	14
2.10.3.	Recepción definitiva	15
2.10.4.	Prescripciones particulares	15

Capítulo 3: Medición y abonos de las obras.

3.1.	Mediciones y valoraciones	16
3.2.	Condiciones económicas	16
3.3.	Condiciones de índole legal	16

Capítulo 4: Ejecución de las obras.

4.1.	Ejecución general	17
4.2.	Replanteo	17
4.3.	Orden de los trabajos	17
4.4.	Marcha de las obras	18
4.5.	Obra civil	18
4.6.	Instalaciones varias	18
4.7.	Responsabilidad de la contrata	18
4.8.	Dirección de los trabajos	19
4.9.	Legalización	19

Capítulo 5: Condiciones de los materiales y equipos.

5.1.	Referencias y normativas	20
5.2.	Condiciones para los materiales	21
5.2.1.	Condiciones generales para los materiales	21

5.2.2. Condiciones para las tuberías	21
5.2.3. Condiciones para las bridas	22
5.2.4. Condiciones para los accesorios soldables	22
5.2.5. Condiciones para las válvulas	22
5.2.6. Condiciones para las juntas	23
5.2.7. Condiciones de las planchas para la fabricación de equipos	23
5.2.8. Condiciones para la soldadura	23
5.2.9. Condiciones para el hormigón armado	24
5.3. Condiciones para los equipos	24
5.3.1. Condiciones para las bombas	24
5.3.2. Condiciones para los equipos de extracción de gases	25
5.3.3. Condiciones para las resistencias eléctricas	25
5.3.4. Condiciones para el equipo de agua desmineralizada	26
5.4. Condiciones sobre instalaciones	26
5.4.1. Condiciones sobre pintura y preparación de superficies	26
5.4.2. Condiciones para los aislamientos	27
5.4.3. Condiciones para la instrumentación	28
5.4.4. Condiciones de los equipos eléctricos	28
5.4.5. Condiciones del aire para la agitación de los tanques	28
5.4.6. Condiciones del sistema de rebose y desagüe	28
5.4.7. Condiciones de seguridad de los equipos	29
5.4.8. Prueba de los sistemas antes de la puesta en marcha.....	29
5.4.9. Lavado de los equipos	29
5.4.10. Condiciones de la obra civil	29

Capítulo 6: Seguridad e higiene.

6.1. Objeto	31
6.2. Identificación de operaciones de riesgo	31
6.2.1. Equipos, maquinaria fija y herramientas	31
6.2.2. Manipulación y almacenamiento de productos químicos.....	34

6.2.3. Maquinaria móvil y vehículos	35
6.2.4. Manipulación de cargas	37
6.2.4.1. Manipulación manual de cargas	37
6.2.4.2. Manipulación de cargas mediante medios mecánicos...	38
6.2.5. Lugares y espacios de trabajos	39
6.2.6. Agentes físicos	40
6.2.7. Incendio y explosión	41
6.2.8. Trabajos en altura	43
6.2.9. Electricidad	44
6.2.10. Legislación aplicable	45
6.2.11. Normativa	46

III.DOCUMENTO N°3: PRESUPUESTO

Capítulo 1: Baño de Desengrase	.....1
Capítulo 2: Baño de Limpieza Alcalina	.....5
Capítulo 3: Baño de Limpieza Ácida.	.....9
Capítulo 4: Baño de Película de Conversión Química	.....13
Capítulo 5: Baños de enjuague	.....17
Capítulo 6: Sistema de Calefacción	.....20
Capítulo 7: Equipo de Agua Desmineralizada	.....22
Capítulo 8: Sistema de Extracción de Gases	.....24
Capítulo 9: Sistema de Agitación	.....26
Capítulo 10: Depuradora	.....27
Capítulo 11: Puente Grúa	.....29
Capítulo 12: Obra Civil	.....30
Capítulo 13: Presupuesto General	.....31

IV.DOCUMENTO N°4: PLANOS

Plano N°1: Baño Desengrase.

Plano N°2: Baño Limpieza Alcalina.

Plano N°3: Baño Limpieza Ácida o Desoxidado.

Plano N°4: Baño Película de Conversión Química.

Plano N°5: Baño Enjuague.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES.

1.1. PETICIONARIO.

La comisión de Proyectos Fin de Carrera de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Cádiz ha asignado el Proyecto de título “Diseño de una cadena de baños para el Proceso de Película de Conversión Química en piezas constituidas por aleaciones de aluminio” a la alumna Ana Luisa Pajares Luque, siendo el tutor del mismo el Dr. D. Sergio I. Molina Rubio.

Este proyecto se realiza como requisito indispensable para la obtención del título de Ingeniero Químico.

1.2 PROPUESTA DEL PROYECTO FIN DE CARRERA.

DEPARTAMENTO: Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica

TÍTULO: Diseño de una Cadena de baños para el Proceso de Película de Conversión Química en piezas constituidas por aleaciones de Aluminio.

TUTOR(ES): Sergio Ignacio Molina Rubio.

DESCRIPCIÓN (Breve información sobre el objetivo del PFC)

Diseño de una cadena de baños para el tratamiento superficial anticorrosivo de aleaciones 2024 de aluminio. Se utilizará el proceso de Película de Conversión Química.

Para llevarlo a cabo las piezas estarán en una serie de canastas que se irán introduciendo en una cadena de baños donde se realizarán una serie de etapas de limpieza antes del proceso de protección, seguida de una etapa de secado.

REQUISITOS (Capacidad, producción, energía, normativa, legislación....)

La capacidad de producción del proceso oscilará entre 4000 y 8000 piezas/mes, dependiendo de las dimensiones de las piezas, trabajando un operario en un turno de 8 horas/día. Los baños poseerán unas dimensiones de 720 x 1260 x 4120 mm, con una capacidad de 2880 litros.

Se cumplirá con las siguientes normativas y legislaciones:

- UNE 14035. Soldadura de placas de acero.
- UNE-EN 10220:2004. Tubos lisos de acero soldados y sin soldadura. Dimensiones y masas.
- UNE-EN 12517:1998. Examen no destructivo de soldaduras.
- UNE-EN 60534-2-4:2009. Válvulas de regulación de procesos industriales.
- UNE-EN ISO 6520-2:2002. Soldeos y procesos afines.

- UNE-EN ISO 9445:2008. Flejes, bandas anchas y chapas de acero inoxidable.
- UNE-EN 1600:1998. Consumibles para el soldeo de acero inoxidable.
- UNE-EN 12560. Bridas y sus juntas. Juntas para las bridas.

- Directiva 91/155/CEE. Fichas de datos de seguridad.
- Directiva 88/379/CEE. Clasificación y etiquetado de productos peligrosos.
- Ley 31/1995. Ley de prevención de riesgos laborales.
- Ley 6/2001. Modificación del R/D 1302/1986 de Evaluación de Impacto Ambiental.
- R/D 379/2001. Almacenamiento de productos químicos.
- R/D 773/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de EPI's.
- R/D 485/1997. Señalización de las vías y salidas de emergencia.
- R/D 486/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R/D 2267/2004. Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.
- R/D 1124/2000. Modificación del R/D 665/1992 sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos a exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- R/D 374/2001. Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Ordenanza General de Higiene y Seguridad en el trabajo (O.M.DE 9/3/71).
- Reglamento General de Seguridad e Higiene en el trabajo (O.M DE 31/1/40).

1.3. EL ALUMINIO Y SUS ALEACIONES.

El aluminio es uno de los principales componentes de la corteza terrestre, de la que forma parte en una proporción del 8,13%, superior a la del hierro, que se supone es de un 5%, y solamente superada entre los metales por el silicio (26,5%).

No se encuentra puro en la naturaleza, sino formando parte de los minerales, de los cuales los más importantes son las bauxitas, que están formadas por 62-65% de alúmina (Al_2O_3), 28% de óxido de hierro (Fe_2O_3), 12-13% de agua de hidratación (H_2O) y hasta un 8% de sílice (SiO_2).

La obtención del aluminio se realiza siguiendo dos fases:

- 1ª. Separación de la alúmina de las bauxitas.
- 2ª. Reducción de la alúmina disuelta en un baño de criolita ($\text{FNa F}_3\text{Al}$), por electrólisis con electrodos de carbón.

Es un metal que reúne una serie de propiedades mecánicas excelentes dentro del grupo de los metales no férreos, de ahí su elevado uso en la industria. Entre ellas destacan su **gran ductilidad y maleabilidad**, que permite trefilarlo y forjarlo en hilos delgadísimos así como laminarlo en láminas.

Su **bajo peso específico** lo hace útil para la fabricación de aleaciones ligeras, empleadas en construcciones aeronáuticas y cada vez más en vehículos de transporte. Además posee una elevada conductividad eléctrica y calorífica.

Como propiedades físicas caben resaltar, su **alta conductividad térmica y eléctrica**, esta última le hace adecuado para muchas aplicaciones dentro de la industria eléctrica, su baja temperatura de fusión unido a su elevada temperatura de ebullición hacen al aluminio muy idóneo para la fundición. Cristaliza en la red FCC (ó CCC) y no sufre cambios alotrópicos, lo que le confiere una alta plasticidad, aunque las propiedades mecánicas varían enormemente según sean los elementos aleantes y los tratamientos termomecánicos a los que se haya sometido el aluminio.

La buena **resistencia mecánica** de algunas de sus aleaciones, incluso a altas temperaturas, lo que hace que esté llegando a sustituir a aleaciones de titanio en el mundo aeronáutico, donde la ligereza unido a la resistencia mecánica son factores importantísimos.

La propiedad química mas destacada del aluminio es su **gran afinidad con el oxígeno**, lo cual le proporciona una buena resistencia a la corrosión gracias a la película de alúmina que se forma en su superficie de forma espontánea, protegiéndolo así de la corrosión.

Además, su **reciclabilidad** es una propiedad que destaca especialmente, ya que si bien el aluminio es el metal más abundante en la corteza terrestre, el proceso de obtención del aluminio requiere una alta cantidad de energía en comparación con otros metales como puede ser el acero, pero esta cantidad de energía se reduce enormemente en el proceso de producción secundaria (reciclaje) para el caso del aluminio, provocando que la industria lo tenga muy en cuenta a la hora de ahorrar dinero en forma de energía.

La mayoría de las aleaciones están basadas en sistemas de aluminio-cobre o aluminio-silicio. Entre las primeras, la que contiene un 8% en cobre ha sido usada durante mucho tiempo para fines generales, aunque las adiciones de silicio y hierro mejoran las características de la fundición. La adición de zinc mejora su maquinabilidad.

Las aleaciones con un 12% en cobre son ligeramente más resistentes que las que contienen un 8%, pero considerablemente menos tenaces.

Las aleaciones de aluminio-magnesio son superiores a casi todas las otras aleaciones en cuanto a resistencia, corrosión y maquinabilidad, además de excelentes condiciones de resistencia mecánica y ductilidad.

Con excepción del aluminio purísimo (99,9% de pureza), técnicamente sólo se utilizan materiales de aluminio que contienen otros elementos. Los aleantes principales son cobre, silicio, magnesio, zinc y manganeso.

En el caso de la aleación de aluminio 2024 la composición química es la siguiente (en porcentaje en masa):

Composición química EN AW- 2024

Si	0.5
Fe	0.5
Cu	3.8-4.9
Mn	0.3-0.9
Mg	1.2-1.8
Cr	0.10
Zn	0.25
Ti	0.15
Otros (cada uno)	0.5
Otros (en total)	0.15
Aluminio	El resto

Dicha aleación tiene alta resistencia a la fatiga y constituye una ventaja en las estructuras y piezas que exigen una buena relación resistencia-peso.

1.3.1. Corrosión y oxidación en el Aluminio.

Entendemos por corrosión el deterioro progresivo, rápido o lento, de las propiedades de los materiales en su aspecto, estado superficial, características mecánicas, etc., como consecuencia del ataque producido por el entorno en el que están situados. También puede definirse la corrosión metálica como el desgaste superficial que sucede cuando los metales se exponen a ambientes reactivos.

El hecho de que este proceso sea tan frecuente es debido a que los metales afectados reaccionan con el medio ambiente de forma espontánea, produciendo una capa de óxido.

Los metales están constantemente expuestos a la acción de la atmósfera, que, como se sabe, está compuesta por nitrógeno y oxígeno, siendo el nitrógeno un gas prácticamente inerte.

El oxígeno con el calor produce la oxidación de los metales, y con la humedad la corrosión. La oxidación directa, sin la intervención del calor, se produce en casi todos los metales debido a dos causas: a la acción del oxígeno en estado atómico, que siempre existe en la atmósfera, y a la menor estabilidad de los átomos superficiales de los metales, que están enlazados menos energéticamente que los del interior.

Pero esta acción es muy débil, pues la película finísima que se forma en la superficie, que a veces no tiene más espesor que el de una molécula, impide el contacto del resto de la masa metálica con el oxígeno atmosférico y no progresa la oxidación.

Al hablar de oxidación, también tenemos que hablar de reducción, ya que sin uno de ellos, no existiría el otro. Cuando un elemento pierde uno o varios electrones en el transcurso de una reacción electroquímica, se dice que se trata de una oxidación y que este elemento se ha oxidado. El aluminio en forma de metal tiene valencia cero y pasa en solución a la forma de un ión trivalente (Al^{+3}), perdiendo tres electrones.

La oxidación del aluminio en medio acuoso se realiza según la reacción electroquímica:



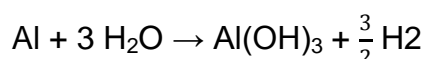
Al contrario, cuando un elemento gana uno o más electrones, se produce una reducción y se dice que el elemento se ha reducido.

En una reacción electroquímica que se produce con intercambio de electrones, si hay oxidación, es decir, si hay liberación de electrones, simultáneamente se produce una reducción para captar los electrones liberados.

En el caso de la corrosión de las aleaciones de aluminio y de la mayoría de los metales en los medios acuosos habituales, tales como el agua superficial, el agua de mar, la humedad atmosférica, etc., termodinámicamente

se demuestra que las únicas reacciones posibles son las del agua y las del oxígeno disuelto en el agua.

El fenómeno de la corrosión del aluminio en un medio acuoso, es la suma de dos reacciones electroquímicas de oxidación y reducción. En estas reacciones se produce un cambio de estado, pasando el aluminio de estado metal a estado alúmina.



Factores de los que depende la corrosión

La corrosión de los materiales, y más concretamente de los metales, depende de varios factores, tales como:

- ▶ factores ligados al medio.
 - *Naturaleza del medio.* La resistencia del aluminio y sus aleaciones no es la misma en el agua desionizada que en el tetracloruro de carbono.
 - *Concentración.* La velocidad de corrosión en el agua depende de la concentración de ciertos componentes que están disueltos en ella.
 - *PH.* Es un factor importante. Los aceros resisten mal frente a la corrosión en medios ácidos, mientras que el aluminio y sus aleaciones no deben utilizarse en medios básicos.
 - *Oxígeno.* La velocidad y forma de corrosión están ligadas a la concentración de oxígeno.

► factores ligados al metal o metalúrgicos.

- *Composición de las aleaciones.* Hay ciertos componentes adicionales que pueden mejorar propiedades del metal como la ductilidad, fragilidad, etc, sin que por ello mejore la resistencia a la corrosión.

La situación inversa también es cierta, ya que hay otros elementos que mejoran la resistencia a la corrosión pero disminuyen las características mecánicas.

Por ejemplo, el Cromo, Magnesio y Manganese mejoran la resistencia a la corrosión, mientras que el Hierro, Cobre, Niquel, Plomo, Estaño y Cobalto la disminuyen. Son los dos últimos elementos los que más empeoran la resistencia, por lo que es necesario limitar su contenido en las aleaciones de aluminio.

- *Tratamientos térmicos.* Los tratamientos térmicos como el temple y el revenido provocan cambios en la naturaleza y en el reparto de los componentes metalúrgicos presentes en la aleación.

► factores ligados a las condiciones de utilización.

- *Temperatura de utilización.* Dependiendo del caso, favorece o agrava la resistencia a la corrosión. En el agua por ejemplo es un factor muy favorable, mientras que en ciertos medios orgánicos, un aumento de la temperatura puede provocar descomposición del producto, produciéndose un ataque al metal.
- *Tensiones mecánicas.* Pueden provocar en algunos casos corrosión bajo tensiones.
- *Estado de la superficie.* Deterioros en la superficie pueden ser propensos a sufrir corrosión.
- *Modo de ensamblado.* Las operaciones de remachado, soldadura o atornillado, si se hacen en malas condiciones o utilizando materiales incorrectos, puede dar lugar a corrosión en aleaciones de aluminio.

Formas de corrosión del aluminio y sus aleaciones.

La corrosión del aluminio y sus aleaciones puede manifestarse bajo muchas formas, más o menos detectables a simple vista: corrosión uniforme, por picaduras, bajo tensión, intercrystalina, galvánica, etc. El predominio de tales formas de corrosión dependerá de los factores que hemos visto anteriormente.

Corrosión uniforme o generalizada.

Este tipo de corrosión tiene como característica la disminución uniforme y regular del espesor de toda la superficie del metal.

Para el aluminio y sus aleaciones, esta forma de corrosión se encuentra principalmente en los medios muy ácidos y muy alcalinos, en los que la solubilidad de la película de óxido natural es elevada.

Corrosión por picaduras.

Este tipo de corrosión, que se traduce en la formación de agujeros en el metal, cuyo diámetro y profundidad varían según factores propios del metal, del medio y de las condiciones de utilización, es muy localizada.

El aluminio y sus aleaciones son muy sensibles a la corrosión por picaduras en medios cuyo pH es próximo a 5, es decir, en todos los medios naturales, como aguas superficiales, humedad del aire y agua de mar.

Llama poderosamente la atención, ya que las picaduras están cubiertas por unas pústulas blancas de alúmina, que son muy voluminosas con relación a la cavidad de la picadura que las origina.

La corrosión por picaduras se evalúa según tres criterios:

- La densidad de las picaduras, es decir, su número por unidad de superficie.

- La profundidad media y máxima.
- La velocidad de avance en profundidad.

Corrosión selectiva o por deshojamiento.

Este tipo de corrosión se manifiesta por la propagación a lo largo de planos paralelos y en una dirección predominante. Se produce cuando las condiciones de los tratamientos térmicos o las soldaduras realizadas para unir dos chapas, están mal realizadas.

Corrosión bajo tensión.

Es consecuencia de la acción combinada de un esfuerzo metálico (tracción, flexión, etc) y un medio corrosivo.

La propagación de grietas o fisuras en la corrosión bajo tensión se realiza siempre, en el caso de las aleaciones de aluminio, a lo largo de las juntas de los granos.

Los actuales medios de transformación del aluminio y sus aleaciones, tanto por laminado como por forjado, y la utilización de tratamientos térmicos adecuados, convierten en insensibles a este tipo de corrosión a aleaciones que son muy empleadas en la industria aeronáutica.

Corrosión transcristalina o intercristalina.

La corrosión transcristalina o transgranular progresa en todas las direcciones y afecta a todos los constituyentes de la aleación.

La corrosión intercristalina toma caminos preferentes y progresa a lo largo de la junta de los granos. Este tipo de corrosión, al contrario que la anterior, consume poca cantidad de metal, por lo que no se detecta con facilidad visualmente.

Corrosión galvánica.

Cuando se produce la unión de dos metales diferentes en un medio acuoso-electrolítico, en ciertos casos se puede producir la corrosión de uno de los metales. Este ataque es más fuerte en la zona de contacto y siempre más importante si los materiales hubiesen estado colocados separadamente en el electrolito. A este tipo de corrosión se le denomina galvánica. Es necesaria la presencia de un electrolito y también que haya continuidad eléctrica entre los dos metales.

Este tipo de corrosión depende de algunos factores, como la naturaleza del electrolito, o de la relación de las dos superficies de dos metales que están en contacto.

Corrosión cavernosa.

Es la que se produce en los rincones muy estrechos de las uniones de los metales.

La corrosión cavernosa del aluminio normalmente progresa poco, debido a la precipitación de la alúmina que bloquea la entrada del rincón, impidiendo la entrada de líquidos.

Puede evitarse utilizando soldadura, eliminando rincones y zonas estancadas.

Corrosión por erosión y cavitación.

Se produce en un fluido en movimiento; está ligada a la velocidad de paso de éste y se caracteriza por el adelgazamiento local del metal en forma de rayaduras, marcas y ondulaciones orientadas siempre en la misma dirección, la del fluido.

Este tipo de corrosión se caracteriza por las formas redondeadas de las cavidades que crea; sin embargo, la corrosión por picaduras forma cavidades pero sus paredes son más rugosas.

Corrosión bacteriológica.

Como su nombre indica, se debe a la acción de determinadas bacterias sobre el metal.

1.3.2. Protección frente a la corrosión.

Los tratamientos utilizados en la prevención de la corrosión son los tratamientos superficiales, que se puede definir como aquel procedimiento industrial que le confiere a la superficie del producto determinadas propiedades encaminadas a aumentar la vida del sustrato. Los principales tratamientos a los que el aluminio se ve sometido para obtener una superficie limpia y sin defectos, son los siguientes:

Eliminación de materia del sustrato. Con este tipo de tratamiento se eliminan de la superficie del metal residuos producidos por la mecanización o manipulación de los mismos. Ejemplos: desengrase y decapado.

El *desengrasado* consiste en la eliminación de residuos grasos. Es un proceso previo a los tratamientos superficiales específicos como cromatado, lacado, anodizado, etc.

El *decapado* es un procedimiento que ataca a la superficie y se utiliza para la eliminación de la cascarilla de colada y laminación, así como de la capa de óxido natural formada sobre el aluminio, evitando así que se inicie el proceso de corrosión. En todos los casos es necesario lavar bien con agua corriente y secar con aire caliente las piezas a las que se ha aplicado este tratamiento.

Revestimiento. Tratamiento en el que se utiliza un material de aporte que no reacciona con el sustrato y no se difunde, o lo hace en pequeña proporción con él. Algunos ejemplos pueden ser las pinturas, los cromados o los niquelados.

Tratamiento de conversión. Al contrario de lo que ocurre con el anterior, en este tipo de tratamiento el material de aporte reacciona superficialmente con el sustrato y forma parte de él.

El anodizado, fosfatación y cromatización son algunos ejemplos.

Tratamiento de difusión. En él, el material de aporte se difunde totalmente en el sustrato y reacciona o no con él.

Transformación estructural. En este tipo de tratamiento no existe ningún material de aporte y la estructura del sustrato se modifica por la acción de agentes externos. Por ejemplo, es lo que ocurre con los tratamientos mecánicos y térmicos.

CAPITULO 2: OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

2.1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto es el Diseño de una Cadena de Baños para el tratamiento superficial anticorrosivo de piezas constituidas por aleaciones de aluminio, a través del proceso de Película de Conversión Química.

El aluminio por naturaleza crea una capa de óxido natural al estar en contacto con la atmósfera que lo rodea, pero esa fina capa no es capaz de mantener al material fuera de peligro frente a la corrosión a la que está expuesto. Tiende a desaparecer cuando el aluminio es tratado en diferentes operaciones como puede ser el tratamiento térmico, mecanizado, fresado, etc. Por ello, mediante este proceso, esa fina capa se regenera y se hace más resistente.

La capacidad de producción de la instalación oscilará entre 3500 y 8000 piezas/mes. En ello va a influir directamente el tamaño de las piezas, siendo la capacidad de los baños de 2880 litros.

2.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

Hoy en día es conocido el desarrollo que está experimentando el sector aeronáutico en la provincia de Cádiz así como en otras muchas partes del mundo. Son cada vez más los avances en cuanto a tecnología aérea, lo que hace que aumenten las necesidades de fabricación.

Gran parte de las piezas que se fabrican son de aluminio, siguiendo una serie de procesos los cuales son examinados meticulosamente. De ahí la importancia que adquiere el hecho de que la pieza no sufra fenómenos que puedan inutilizarlas, como puede ser la corrosión.

Gracias a este proceso, se garantiza que la corrosión no se ponga de manifiesto en las piezas de aluminio.

Además, este tratamiento superficial anticorrosivo permite también que la pieza posteriormente pueda ser pintada, y así conlleve al final de la cadena de procesos que experimentan cada una de ellas.

Otro aspecto importante es la escasa existencia de dicho tratamiento en las empresas del sector aeronáutico, lo que hace que, sumado a lo dicho anteriormente, surja la necesidad de la realización de dicho proyecto.

CAPÍTULO 3: LOCALIZACIÓN.

Esta cadena para el proceso de Película de Conversión Química que se va a diseñar estará ubicada en la Zona Franca de Cádiz.

Dicho lugar ofrece, por su ubicación geográfica y por sus excelentes comunicaciones marítimas, terrestres y aéreas un centro de interés preferente para el desarrollo de operaciones comerciales a todos los niveles.

La seguridad permanente en todo el recinto y sus instalaciones aportan un elemento de importante valor para todas las empresas instaladas.

CAPITULO 4: INGENIERÍA DEL PROCESO

4.1. PRINCIPIOS BÁSICOS DEL PROCESO.

Los procesos de fabricación y tratamiento industriales hacen que la superficie del aluminio se ensucie con muchos tipos de partículas que pueden llegar a dañar la película de óxido que lo recubre, desprotegiéndolo frente a la corrosión.

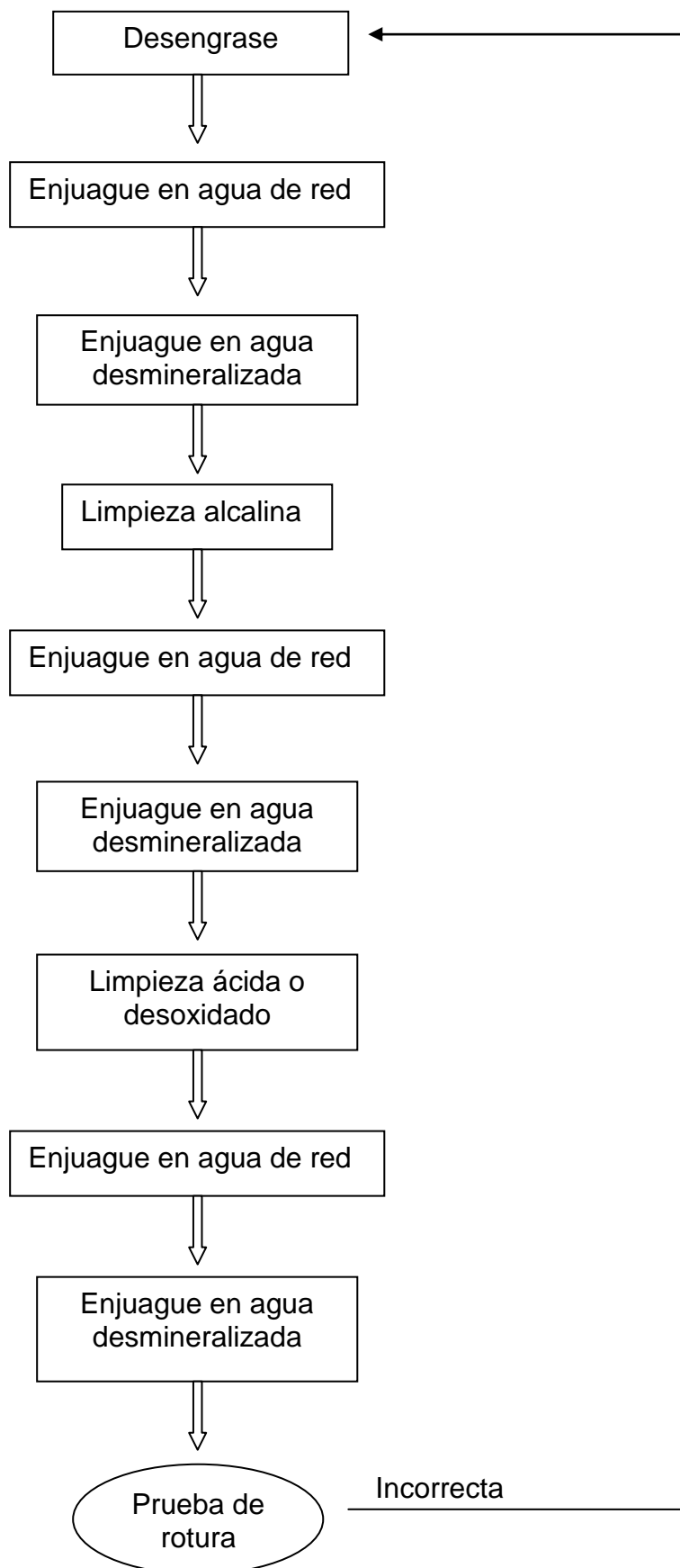
Por ello, es indispensable que se realicen de forma correcta aquellas operaciones de limpieza de la superficie para que finalmente se alcance esa protección deseada.

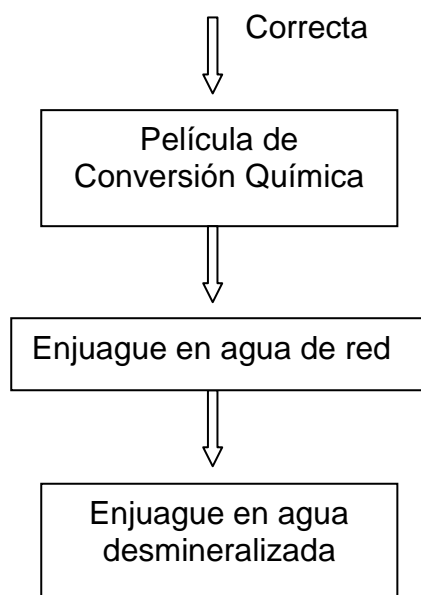
De forma general, el proceso de Película de Conversión Química lleva inicialmente una serie de etapas de limpieza, ya que si éstas no se realizan correctamente, la protección obtenida en la superficie del material no es la deseada.

Antes de realizar la operación de desengrase, se realiza una limpieza manual con metiletilcetona sobre la superficie del material. Seguido de ello, se lleva a cabo el desengrase, a continuación una limpieza alcalina y se termina con un decapado. Entre ellas se llevará a cabo los enjuagues con agua de red y agua desmineralizada. La etapa de conversión química será la que ponga punto y final al proceso completo.

4.2. ESQUEMA GENERAL DEL PROCESO.

El proceso de película de conversión química se realizará en una serie de baños que quedan reflejados en el siguiente diagrama de flujo:





4.3. ETAPAS DE LIMPIEZA: PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE METÁLICA.

El aluminio en todo proceso industrial está expuesto a sufrir todo tipo de daños y defectos en su superficie, marcas, arañazos, polvo, suciedad, partículas de grasas, manchas de decapantes y aceites, marcas de tintas, etc. Todo ello hace que el material quede debilitado y pueda sufrir fenómenos que lo inutilicen, como es el caso de la corrosión.

De esta manera, estas etapas están destinadas a conseguir una adecuación en la superficie a tratar. A través de una serie de procesos mecánicos y químicos, conseguimos eliminar las posibles impurezas de tipo orgánicas e inorgánicas que existen sobre la superficie de las piezas, como pueden ser aceites, grasas, lubricantes, residuos metálicos y abrasivos.

Las piezas se colocan en el interior de la canasta que se va a introducir en cada uno de los baños, de tal forma que su diseño es el adecuado para lograr una buena circulación de las soluciones y enjuagues sobre la superficie de las mismas, y un buen drenaje de los fluidos en los escurridos.

Para que el proceso se lleve a cabo de forma eficaz, las piezas se colocarán en cestas diseñadas en forma de malla de manera que permita que el líquido se introduzca por todas las cavidades que en ellas se presentan, llegando así a impregnar las piezas completamente, sin que queden zonas muertas. Así mismo, la sección de cada canasta no debe ser mayor a $2/3$ de la boca de la cuba.

Es importante también que no haya un excesivo número de piezas en el interior de las mismas, ya que perdería eficacia el proceso de limpieza. A ello hay que añadirle la necesidad de que exista el mínimo contacto de las piezas con las cestas en las que están depositadas, así como entre ellas mismas, ya que quedarían zonas en las que el líquido no penetraría de forma adecuada.

Para evitar posibles derrames del disolvente, se deberán dejar reposar las piezas colocadas en las cestas durante al menos un minuto, antes de introducirlas en el baño siguiente, de manera que sacudiéndolas ligeramente se favorece el drenaje.

Antes de realizar cualquier operación de limpieza, el personal operador de dicho tratamiento verificará que en la documentación adjunta al material se detalla el proceso a seguir y según qué especificaciones aplicables.

Se realizará una limpieza manual con metiletilcetona sobre todas aquellas piezas que presenten restos de grasa o tintas de identificación.

4.3.1. Desengrase.

El desengrase con disolventes es un procedimiento de limpieza utilizado para eliminar grasas que hayan podido quedar depositadas en las piezas tras el proceso de fabricación de las mismas. Para ello se hace uso de disolventes orgánicos, en este caso el utilizado será una disolución de detergentes biodegradables en agua, ideal para la eliminación de grasas que estén depositadas sobre su superficie.

Deben evitarse la presencia de todo tipo de agentes que pueden provocar contaminación durante el proceso, como pueden ser ácidos, agentes oxidantes, siliconas, humedad, ya que pueden degradar la acción desengrasante del disolvente.

Básicamente el proceso se lleva a cabo gracias a la solubilidad que presentan esos productos grasos, que impregnan la superficie del material.

Para introducir y sacar la canasta del baño, la velocidad del puente grúa debe ser lenta, de unos 6 cm/s, evitando así la formación de turbulencias.

La *temperatura* del líquido en el interior debe estar comprendida entre 55°C y 70°C. Para ello se controla directamente sobre el pirómetro instalado en el baño.

El fondo del mismo contiene uno o varias resistencias calefactoras, cuya potencia necesaria se calculará posteriormente en el bloque de Cálculos.

Este baño necesita de un sistema de agitación en su interior, que consistirá en una tubería dotada con una serie de perforaciones. En su conjunto será detallada en capítulos posteriores dentro de la Memoria Descriptiva.

Su *tiempo de inmersión* será de 14 minutos. Sobre la chapa del tanque, se colocará una capa de lana de roca, que actuará como aislante evitando pérdidas de calor.

Se requiere para el correcto funcionamiento del proceso que este disolvente contenga unos valores de PH mayores a 6,5. De no ser así, deberá rechazarse inmediatamente, ya que las piezas no lograrían su perfecta limpieza dentro del baño. En el caso de que los valores no lleguen a alcanzar mínimo requerido, pueden añadirse otra serie de productos para aumentar su PH, verificando posteriormente que se ha alcanzado un valor que esté dentro del rango necesario.

4.3.2. Limpieza alcalina.

En esta segunda etapa de limpieza se pretende eliminar aquellas partículas de suciedad que no han podido eliminarse en la etapa anterior, ya que, aun considerando que el desengrase es efectivo, a veces puede quedar en la superficie del aluminio algún resto de grasa y aceite.

Así, la solución que contiene dicho baño está compuesta por silicofluoruro sódico, que va a actuar eliminando esos componentes indeseados sobre la superficie del material.

Además, el baño también contiene agua desmineralizada para evitar una posible contaminación del baño con aquellos componentes que puedan alterar la función desengrasante de la solución alcalina.

La *concentración* del baño debe oscilar entre 40-60 gr/l.

Asimismo, la *temperatura* es otro factor importante a mantener, debe estar comprendida entre 49-60 °C. A esta temperatura, las grasas se desprenden con mayor facilidad ya que la reacción de desengrase se ve acelerada en estas condiciones. Para ello, en el tanque existen resistencias y pirómetros para el control de dicho parámetro, que serán descritos con detalle en el siguiente capítulo de la Memoria Descriptiva.

Para conseguir una limpieza eficaz, el *tiempo de inmersión* de las piezas en el baño debe ser de 10-15 minutos.

Todos estos valores deben ser recogidos por el operario que realiza el proceso y ser anotado en la ficha correspondiente.

Además, este baño dispone de agitación por medio de aire, que circula a través de una tubería proveniente de la parte inferior del tanque, dotada de una serie de perforaciones. El sistema en general será descrito en capítulos posteriores dentro de la Memoria Descriptiva.

4.3.3. Limpieza ácida o desoxidado.

La gran mayoría de los metales tienden a oxidarse al ponerse en contacto con el oxígeno existente en la atmósfera, formando una fina capa de óxido sobre su superficie. En esta operación, conocida también como decapado químico, se elimina esa fina capa, así como las pequeñas partículas de óxido que pudieran existir y dar lugar a corrosión.

El baño está compuesto por ácido nítrico, agua desmineralizada y un compuesto de bicromato sódico y fluosilicato sódico.

La *temperatura* del baño es un factor importante, ya que la efectividad de los ácidos incrementa con la temperatura, aumentando el grado de decapado, pudiendo llegar a afectar negativamente. Por ello, debe estar comprendida entre 21 °C y 38 °C, ya que si está por encima, se producirían elevadas emisiones de gases tóxicos y se descontrolaría el proceso.

El *tiempo de inmersión* es otro aspecto vital. Un tiempo excesivo puede hacer que el ácido ataque incontroladamente a las piezas, eliminando demasiado material y pudiéndola inutilizar. Si por el contrario el tiempo de inmersión es demasiado corto, el tiempo de actuación del ácido no llega a ser el necesario para atacar, pudiendo quedar la superficie del material no perfectamente limpia, con restos de partículas que impiden la formación de una superficie apta para llevar a cabo el siguiente proceso. Así, el tiempo que deben estar sumergidas las piezas para obtener buenos resultados es de 10 minutos.

Este baño también contiene agitación, de aire limpio y seco, que circula a través de una tubería situada en el fondo del baño.

Por otro lado, en dicho baño, se ha de determinar el *factor de ataque*. Para ello, se toman 3 probetas de 25 x 75 x 1 mm de material 2024T3CLAD, se limpian con metiletilcetona, se le realiza el desengrase y posteriormente la limpieza alcalina. Se pesan las probetas (P_1 , P_2 y P_3). Se sumergen las probetas en el baño de desoxidado durante 3 minutos y se vuelven a pesar las probetas (P'_1 , P'_2 y P'_3).

$$F = [(P_1 + P_2 + P_3) - (P'_1 + P'_2 + P'_3)] \times 10.666.$$

Semestralmente se enviará una muestra de 1 litro de solución al laboratorio para la determinación del Cobre (200 p.p.m max) y del Aluminio (17,22 gr/l max). En caso de regeneración del baño antes de seis meses no será necesario hacerlo ya que estará de nuevo libre de impurezas.

4.3.4. Enjuague con agua de red y agua desmineralizada.

Es de vital importancia que la superficie que estamos tratando quede perfectamente limpia, libre de cualquier tipo de impurezas. Los enjuagues con agua de red y agua desmineralizada se intercalan entre las etapas mencionadas anteriormente para evitar posibles contaminaciones de un baño a otro.

Por ello, entre el desengrase y limpieza alcalina, entre ésta y la limpieza ácida, entre ésta última y el proceso de película de conversión y a continuación de ésta, las piezas se sumergen primeramente en un baño que contiene agua de red, para eliminar posibles restos de compuestos químicos y evitar que se mezclen con las disoluciones contenidas en otros baños. A continuación se sumergen en el baño de agua desmineralizada, eliminando así por completo cualquier compuesto indeseado para el proceso, ya que hay que tener en cuenta que el enjuague con agua de red hace que el material se impregne en compuestos que por naturaleza contiene el agua, como pueden ser depósitos de cal que hacen que el aluminio se ensucie, y que no favorecen su intervención en el proceso. Así, el agua desmineralizada arrastra esos compuestos y evita la contaminación en el baño siguiente.

Por ello es muy importante la intervención de dichos enjuagues, ya que la meta fundamental es conseguir una superficie homogénea y adecuada para llevar a cabo la finalidad del proceso.

En los lavados de ciclo cerrado el agua puede ser reutilizada gracias a la acción de un equipo de intercambio iónico, el cuál capta todas aquellas partículas residuales contenidas en el líquido. De esta manera el agua queda

libre de impurezas y puede reutilizarse en el proceso de lavado descrito anteriormente. El intercambiador deberá regenerarse en función de la carga contaminante que vaya adquiriendo durante el proceso; así, ese residuo obtenido deberá tratarse adecuadamente para su eliminación.

De esta manera, el coste en cuanto a consumo de agua es menor, así como también lo será el volumen de agua residual generado.

Por otro lado, el agua de red quedará contaminada durante el proceso por restos de las disoluciones que intervienen en el proceso, por lo que ha de ser tratada posteriormente en una depuradora.

Al igual que en los baños mencionados anteriormente, en éstos también hay que llevar a cabo un control del PH y acidez de los mismos.

- Baño de agua de red:

En dicho baño, el *tiempo de inmersión* de las piezas en él debe ser de 2-5 minutos, tiempo que será anotado por el operario. Además, la concentración de sólidos disueltos en él no puede ser mayor a 400 ppm.

Este baño no necesita de sistema de calefacción, ya que la *temperatura* de operación es la ambiente. El pH debe oscilar entre 5,5 y 8.

- Baño de agua desmineralizada:

En este caso, tanto la *temperatura* como el *tiempo de inmersión* son iguales al baño anterior.

La concentración de sólidos disueltos tiene que ser menor a 10 ppm y además la concentración de silicatos no ha de superar los 4 ppm. También la conductividad no debe superar los 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En el caso del pH, los valores óptimos son entre 5,8 y 7.

La llamada **Prueba de Rotura de la Película de agua** es un factor sumamente importante a tratar en este apartado. Una vez que las piezas salen del baño de agua desmineralizada, hay que realizar dicha prueba.

Consiste en inspeccionar visualmente la película de agua formada en la superficie una vez sacada del baño de agua desmineralizada. Dicha película debe ser continua y uniforme, recogándose en sus bordes en forma de lente, presentando dicho aspecto durante al menos 30 segundos. Si por el contrario la película se presenta en forma de pequeñas gotitas o se extiende en áreas grandes, significará que aún existen partículas de grasas u otras sustancias, de manera que la superficie del material no se encuentra perfectamente limpia y apta para llevar a cabo el proceso de película de conversión. En dicho caso, habría que volver a repetir el proceso de limpieza, tantas veces como sea necesario hasta obtener el aspecto correcto.

Ambos baños, tanto el de agua de red como el de agua desmineralizada, contienen un sistema de agitación, a través de aire limpio y seco que circula por una tubería situada en la parte inferior del baño.

4.4. PELÍCULA DE CONVERSIÓN QUÍMICA.

Una vez que las piezas han sido limpiadas mediante los procesos descritos anteriormente, aceptándose la prueba de rotura de película, se introducen en el baño que contiene el anhídrido crómico y silicofluoruro de cinc, dando lugar a la formación de una capa mixta de metal-óxido de cromo.

Durante este proceso, el óxido de aluminio y el óxido crómico reaccionan según la siguiente reacción:



Se produce una película fina en la superficie del aluminio; así, este método constituye un tratamiento superficial excelente para que posteriormente los recubrimientos orgánicos, como es la pintura, se adhieran con facilidad a la pieza,.

Esta es una de las etapas fundamentales del proceso. Gracias a ella se formará sobre la superficie del aluminio esa capa de óxido protectora que logrará proporcionarle al material las propiedades necesarias para mantenerlo protegido frente a la corrosión.

Por naturaleza, el aluminio tiende a crear en su superficie, de forma natural, una fina capa de óxido al estar en contacto con el ambiente que lo rodea, pero dicha capa no es tan resistente como para mantener al material protegido frente a los agentes externos. Además, se elimina con facilidad en los tratamientos a los que está sometido el aluminio, por lo que es necesaria la formación de una capa que le proporcione mayor resistencia frente a una posible corrosión.

Es un proceso químico, el cual proporciona al aluminio una película química, no metálica, de un dorado iridiscente que constituye un revestimiento de superficie destinado a proteger el metal frente a corrosión y darle una excelente base de fijación a la pintura, puesto que realza la capacidad del producto de formar un enlace con el aluminio.

Esta operación puede ser de dos tipos: manual o por inmersión.

- *Inmersión:*

El baño está compuesto por anhídrido crómico, silicofluoruro de cinc y agua desmineralizada, de manera que la *concentración* debe estar comprendida entre 7,5 y 11,5 gr/l.

Asimismo, la *temperatura* oscilará entre 21 y 35 °C, manteniéndose las piezas en el interior durante 3-6 minutos.

Una vez que se lleva a cabo lo establecido anteriormente, la canasta se introduce en el baño de agua desmineralizada, durante 2 minutos como mínimo.

- *Manual o a brocha:*

Este tipo de aplicación se utiliza normalmente para pequeños retoques en determinadas zonas de las piezas.

Antes de aplicar el producto, se ha de limpiar la superficie del material con metiletilcetona, seguida de una pequeña matización con Scoot Britte.

La solución será preparada en laboratorio, siendo la cantidad estimada en función de la necesidad. Se preparará de forma quincenal en un bote de plástico y diariamente ha de analizarse. Nunca se devolverá la muestra del bote al envase original.

Una vez preparado el producto, se debe dejar reposar durante al menos una hora antes de su utilización. A los 15 días será desechado.

Para aplicar el producto, se utilizará una brocha de fibras o una esponja de celulosa. La superficie tratada debe quedar de un color amarillento, de lo contrario habría que repetir el proceso hasta conseguirlo.

Una vez conseguido, la superficie tratada se ha de enjuagar con agua desmineralizada y dejar secar.

El procedimiento para determinar la **concentración** es el siguiente:

- Tomar 10 ml de muestra y diluir con 100 ml de agua destilada.
- Añadir 10 ml de HCl 1:1 10 ml de IK al 10%.
- Valorar con una solución de Tiosulfato sódico 0.1N.
- Añadir 2 ml de una disolución de almidón al 0.2%.
- Seguir valorando con Tiosulfato hasta conseguir un color verde mar.

El cálculo a realizar es el siguiente:

$\text{Ml de Tiosulfato sódico } 0.1\text{N} \times 0.831 = \text{g/l de disolución}$

Para que la película resulte protectora y eficaz, se han de cumplir una serie de aspectos fundamentales:

- La película de óxido debe tener baja conductividad eléctrica.
- El coeficiente de difusión para los iones metálicos y los iones oxígeno debe ser bajo. De no cumplirse, se oxidaría material.
- La película debe ser porosa, puesto que si no lo fuera no protegería la superficie.
- Debe ser adherente, ya que de lo contrario podría separarse la capa de óxido del material por efectos térmicos y mecánicos.
- Debe tener buena resistencia y tenacidad.
- Debe tener buena resistencia al choque térmico.
- No debe ser volátil, ya que no ofrecería ningún impedimento al contacto entre la superficie del metal y algún gas agresivo.
- Debe poseer alto punto de fusión y no ser reactivo con el ambiente.

4.5. SECADO.

Una vez que las piezas salen del baño de Película de Conversión Química, han de secarse a temperatura ambiente, durante aproximadamente 30 minutos. Se quedarán durante este tiempo en el interior de la canasta y una vez secas, se han de colocar adecuadamente en una estantería de almacenamiento a la espera de ser tratadas en el siguiente proceso de la cadena de producción.

4.6. MANO DE OBRA.

Para alcanzar la productividad deseada, será necesario el trabajo de un operario, perfectamente cualificado en dicho proceso, y el cual haya recibido previamente todo tipo de formación acerca de la Prevención de Riesgos, así como de temas relacionados con la Calidad y Medioambiente.

Dicha persona trabajará 8 horas diarias. En el caso de que se necesite alcanzar un mayor número de piezas tratadas mediante este proceso, por necesidad del cliente, se dispondrá de un segundo operario, igualmente cualificado, que trabajará otras 8 horas, en diferente turno al anterior.

De forma general, si tenemos en cuenta una serie de consideraciones a lo largo de todo este proceso, podemos conseguir evitar problemas y obtener una mayor eficiencia empleando los mínimos recursos:

- Optimizando los tiempos de escurrido, lograremos disminuir los arrastres que se producen entre un baño de tratamiento y otro de aclarado, produciéndose un menor consumo de agua para diluir los contaminantes, con lo que también disminuye el volumen de residuos producidos.
- Midiendo la conductividad del agua de aclarado, podremos controlar su calidad, pudiéndose así reutilizarse gran parte.
- Es de vital importancia prevenir los efluentes sin control, ya que pueden producir la contaminación del terreno así como aguas subterráneas o superficiales, además de suponer un gasto adicional de agua para su limpieza.
- Para evitar derrames, la distancia entre las cubas debe reducirse al máximo. Además, si colocamos rejillas colectoras alrededor de los baños de tratamiento, se podrán recoger las aguas de lavado que continuamente se están generando.

- Las piezas deberán tener menor tamaño que los baños, ya que quedarían zonas de las piezas sin tratar, por lo que el proceso no sería óptimo.
- Con concentraciones adecuadas en los baños, evitamos gastos innecesarios en cuestión de reactivos.
- El empleo de agua desionizada alarga la vida de los baños, por su menor dureza.

4.7. ALMACENAMIENTO.

Una vez que el proceso de secado finaliza, las piezas han de colocarse en ubicaciones previamente preparadas de forma adecuada, a la espera que sean introducidas en el siguiente proceso de producción.

Es importante que sea una ubicación alejada del almacenamiento de otras piezas u objetos que puedan arañar y estropear la superficie de las piezas ya tratadas, así como de productos químicos o abrasivos que hagan que se pierda esa película protectora alcanzada, pudiendo inutilizar el material.

CAPITULO 5: INGENIERÍA DEL DISEÑO DE EQUIPOS.

5.1. INTRODUCCIÓN.

Este proyecto se basa principalmente en el diseño de la cadena de los baños que llevan a cabo en su conjunto el proceso completo.

Por ello, al igual que se ha comentado en el capítulo anterior cuáles son los baños y qué procesos y soluciones contienen, en dicho capítulo se profundizará más acerca de la tecnología de cada uno, así como de cada uno de los componentes asociados a ellos que intervienen en el proceso.

Son ocho los baños empleados, todos fabricados de acero inoxidable AISI-316 , de 3 mm de espesor, con perfiles de refuerzo adosados a él que les proporcionan la resistencia adecuada. Las dimensiones interiores de todos ellos son de 4000 x 1200 x 600 mm.

Debido a los componentes químicos que intervienen en el proceso, el material utilizado para la fabricación es acero inoxidable, de buena calidad, por su gran resistencia a la corrosión. Del mismo modo, la limpieza y mantenimiento de los mismos se podrá realizar con facilidad.

El baño de limpieza ácida o desoxidado, contiene además en su interior una capa de PVC debido al alto poder corrosivo de la solución que contiene en su interior, alargándonos la vida útil del baño. Irá unida interiormente mediante una capa delgada de resina sintética extendido por ambas caras de las superficies a unir

La cadena de baños estará dispuesta en un foso de contención, situado en el suelo, dentro del cual están cada uno de los baños. Esta disposición está hecha de manera que en él quedan recogidas las pequeñas fugas y derrames que puedan haber, evitando así accidentes.

5.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS BAÑOS.

5.2.1. Baño de Desengrase.

La ficha técnica de este primer baño es la siguiente:

Material	Producto	Concentración	Tª	Tiempo	Agitación
Acero inoxidable	Detergentes biodegradables	>20 %	55-70°C	14 min	Aire limpio y seco

Este baño contiene una solución acuosa de glicoles, aminas, silicatos y tensoactivos no iónicos y aniónicos biodegradables.

Es un líquido transparente, de naturaleza desengrasante y base acuosa formulado para la eliminación de suciedades, grasas y aceites. No contiene cromatos ni cloruros y no es corrosivo sobre aluminio y acero inoxidable.

Es importante usar equipos de protección, como son gafas y guantes, para evitar el contacto con él, ya que puede provocar irritación ocular y dermatitis si el contacto es continuado.

- Características constructivas:

Como se ha comentado anteriormente, el baño estará construido de acero inoxidable AISI-316. Sus dimensiones interiores son de 4000 x 1200 x 600 mm, con un volumen de 2880 litros.

En la parte interna, está dispuesta una chapa de acero inoxidable, de 3 mm de espesor, reforzada con perfiles IPN-80, del mismo material que están dispuestos a lo largo de todo el largo del baño, e irán soldados a la chapa mediante soldadura por puntos.

Este baño necesita poseer una temperatura elevada; además, ese calor debe permanecer en él a lo largo de todo el proceso.

Por ello, el baño dispondrá de una capa de lana de roca, de 80 mm de espesor, irá dispuesta en el fondo del baño y las paredes. Esta fibra posee un gran poder aislante que evita que se produzcan pérdidas de calor en el baño y hace que se mantenga en su interior.

Posteriormente a este recubrimiento, se coloca una chapa de acero inoxidable también AISI-316, de 1 mm de espesor, fijada con remaches del mismo material.

Para el buen mantenimiento del baño, el fondo del mismo poseerá una ligera pendiente que le proporcionará una mayor facilidad a la hora de vaciarlo para llevar a cabo su limpieza. Así, el fondo del mismo, dispondrá de una tubería de desagüe de 3" de diámetro, también de acero inoxidable y soldada al material del fondo con una brida.

●Calentamiento:

Para alcanzar la temperatura de operación en el interior, se disponen de dos resistencias de 12 KW cada una. La potencia necesaria ha sido calculada en el Capítulo 5 del bloque correspondiente a Cálculos. Las características técnicas de dichas resistencias quedarán detalladas en este mismo capítulo.

El baño quedará calentado de forma efectiva gracias a estas resistencias que tardarán en calentar el tanque un tiempo aproximado de 4 horas.

●Elementos de control:

Para el control de la temperatura del disolvente, se dispone de un *pirómetro indicador-controlador de temperatura*, de 4 cifras, digital, con dos sondas de temperatura y recubrimiento de PVC, a través del cual podemos visualizar la temperatura del líquido en el interior del baño.

- Llenado del baño:

El llenado del mismo se realiza mediante una tubería de 1^{1/2}" de diámetro, en PVC, unida a una válvula de bola.

- Agitación:

Para conseguir una homogeneización adecuada del líquido en el interior, se colocará en el fondo del baño un sistema de agitación, que consistirá en una tubería de 1^{1/2}" de diámetro, acero inoxidable AISI-316, de 3800 mm de longitud en el fondo, con una serie de perforaciones de 3 mm de diámetro. El caudal se calculará en el bloque de cálculos. Contiene dos válvulas: una de corte de flujo y otra antiretorno.

- Capotas y tapas:

Este baño irá provisto de una serie de *capotas* provistas a lo largo del baño y conectadas a un sistema de aspiración, al producirse la apertura de las *tapas*, el sistema de extracción de gases actúa para evitar que los vapores emitidos salgan a la atmósfera existente.

Dichas capotas están construidas en acero inoxidable AISI-316, con un espesor de 2 mm. Sobre ellas están dispuestas las tapas, con accionamiento hidráulico. Todos los gases y vapores serán aspirados a través de una serie de aberturas rectangulares de 190 x 20 mm a lo largo del baño.

Las capotas están dispuestas en forma de pendiente progresiva que se extiende longitudinalmente, de menor a mayor, de manera que la extracción de gases se realizará por igual a lo largo de toda la capota.

Esas tapas que recubren a las capotas evitan que la cadena de baños se contaminen durante el proceso, al pasar la canasta con las piezas de un baño a otro. Están construidas en acero inoxidable AISI-316, la chapa posee un

espesor de 2 mm, y ellas están unidas interiormente mediante estructuras rectangulares que lo refuerzan.

5.2.2. Baño de Limpieza Alcalina.

Constituye la segunda etapa del proceso de Película de Conversión Química, donde una vez que las piezas han sido sumergidas en el baño de Desengrase y enjuagues, han de sumergirse a continuación en este baño de Limpieza Alcalina, para limpiar esos restos de suciedad y grasas que no han sido eliminados en la etapa anterior.

Las condiciones de operación que se van a mantener en esta etapa son:

Material	Producto	Concentración	Tª	Tiempo	Agitación
Acero inoxidable	Silicofluoruro sódico + agua desmineralizada	40-60 g/l y resto de agua desmineralizada	49-60 °C	10-15 min	Aire limpio y seco

Este baño está compuesto por una mezcla de Silicofluoruro sódico y agua desmineralizada. Son sales alcalinas, en forma granular, que actúan con gran poder desengrasante sobre superficies metálicas.

Hay que evitar su contacto con los ojos y piel, de ser así, hay que enjuagarse con abundante agua fría.

●Características constructivas:

Dicho baño contiene las mismas dimensiones que el anterior, 4000 x 1200 x 600 mm, con un volumen total de 2880 litros, también construido en acero inoxidable AISI-316, de 3 mm de espesor, reforzado en su totalidad por perfiles IPN-80 de refuerzo, del mismo material que la chapa.

Irán soldados a lo largo de la superficie del baño por puntos, proporcionándole al baño, al igual que en el caso anterior, esa resistencia necesaria para soportar todo el volumen de líquido concentrado en su interior.

También posee una capa de lana de roca, que lo aísla térmicamente gracias a su alto poder aislante y su mínima conductividad. Esta capa tiene un espesor de 80 mm y recubrirá tanto las paredes como el fondo del baño.

A continuación se dispone una chapa de acero inoxidable AISI-316 de 1 mm de espesor en el exterior, recubriendo esa capa de lana de vidrio, y será fijada con remaches del mismo material.

El fondo se encuentra dispuesto con una pendiente que ayuda a la hora de limpiar y desalojar el producto del interior. Para ello se utiliza una tubería alojada en el fondo, de 3" de diámetro, construida con acero inoxidable AISI-316, y complementada de una brida del mismo material.

●Calentamiento:

Para alcanzar la temperatura de operación en el interior, se disponen de dos resistencias de 12 KW cada una. La potencia necesaria ha sido calculada en el Capítulo 5 del bloque correspondiente a Cálculos. Las características técnicas de dichas resistencias quedarán detalladas en este mismo capítulo. El baño quedará calentado de forma efectiva gracias a estas resistencias que tardarán en calentar el tanque un tiempo aproximado de 4 horas.

●Elementos de control:

Para poder controlar la temperatura en el interior del baño, se colocará un *pirómetro indicador-controlador de la temperatura*, de 4 dígitos, digital y con dos sondas de temperatura, forrado de PVC.

- Llenado del baño:

Como se ha explicado anteriormente, este baño está compuesto por una disolución de sales y agua desmineralizada. El llenado de esa agua se realiza mediante una tubería fabricada en PVC, con una válvula de bola.

El diámetro de dicha tubería es de 1 ^{1/2}" y hace que el agua se introduzca por la parte superior del baño.

- Agitación:

Este baño, posee agitación, ya que de lo contrario no se conseguiría una adecuada homogeneización del producto,

Para ello, en el fondo, se colocará un sistema de agitación, que consiste en una tubería de acero inoxidable AISI-316, de 1 ^{1/2}" de diámetro, de 3800mm de longitud en el fondo, con una serie de perforaciones de 3mm de diámetro, a través de las cuales saldrá el aire con un caudal determinado, que más adelante en el bloque de cálculos quedará detallado. Contiene dos válvulas: una de corte de flujo y otra antiretorno.

- Capotas y tapas:

Al igual que en el baño anterior, dicho baño posee también *tapas* y *capotas*. Las capotas van ubicadas en los laterales del baño, como sistema de aspiración de los gases que puedan emitirse durante el proceso.

Están construidas en acero inoxidable AISI-316, de 2 mm de espesor. Para dicha aspiración, contienen unos orificios de 190 x 20 mm a lo largo del baño, para los posibles vapores emitidos.

Están dispuestas en forma de pendiente progresiva que se extiende longitudinalmente, de menor a mayor, de manera que la extracción de gases se realizará por igual a lo largo de toda la capota.

Sobre dichas capotas, se encuentran las tapas, también fabricadas del mismo material, de 2 mm de espesor, reforzadas interiormente por estructuras rectangulares del mismo material.

5.2.3. Baños de enjuague con agua de red y agua desmineralizada.

Las características técnicas de ambos baños van a ser similares, así que redactaremos dichas características para uno de ellos, aplicándolo al otro también.

Una vez que las piezas salen del baño de Limpieza Alcalina, se introducen en el baño de agua de red para su enjuague y eliminación de cualquier sustancia que haya quedado impregnada de las dos etapas anteriores. Posteriormente se introducirán en el baño de agua desmineralizada, para eliminar esos posibles restos de cal y demás compuestos que pueden contaminar el contenido del siguiente baño dentro del proceso.

Las condiciones de operación para el baño de agua de red son las siguientes:

Material	Producto	Tª	Sólidos disueltos	PH	Cloruros	Tiempo	Agitación
Acero inoxidable	Agua de red	Ambiente	≤ 400 p.p.m	5.5 – 8	≤ 30 p.p.m	3 minutos	Aire limpio y seco

Las condiciones de operación para el baño de agua desmineralizada son las siguientes:

DISEÑO DE UNA CADENA DE BAÑOS PARA EL PROCESO DE PELÍCULA DE CONVERSIÓN
QUÍMICA EN PIEZAS CONSTITUIDAS POR ALEACIONES DE ALUMINIO

Material	Producto	Tª	Sólidos disueltos	PH	Cloruros	Tiempo	Agitación
Acero inoxidable	Agua desmin	Ambiente	≤ 10 p.p.m	5.8-7	≤ 1 p.p.m	3 minutos	Aire limpio y seco

Para la ingeniería del diseño de estos baños, al ser de características físicas similares, tomaremos el baño de agua desmineralizada como ejemplo.

● Características constructivas:

Las dimensiones serán como las comentadas en los baños anteriores, 4000 x 1200 x 600 mm, 2880 litros, construido en acero inoxidable AISI-316, con un espesor de chapa de 3 mm.

Para reforzarlo y darle resistencia, se colocarán perfiles de refuerzo IPN-80 del mismo material sobre su superficie, soldados mediante soldadura por puntos.

Al trabajar a temperatura ambiente, no necesita ninguna capa de lana de roca como en los casos anteriores. Tampoco contendrá ninguna chapa exterior de acero inoxidable.

● Llenado del baño:

Para poder llenar el baño, se dispone en la parte superior de una tubería de PVC, conectada a una válvula de bola, fabricada también de PVC.

Dicha tubería ha de medir 1^{1/2"} de diámetro y estará conectada al equipo de agua desmineralizada, que es la que suministrará el líquido.

Lo que sí tendrá será en su fondo una ligera pendiente, para facilitar el proceso de vaciado del mismo a través de una tubería fabricada del mismo material, de 3" de diámetro, que conecta dicho baño con el equipo de agua desmineralizada.

●Agitación:

Este baño posee agitación; para conseguirla, se dispone en el fondo del baño de una tubería, fabricada en acero inoxidable AISI-316, de 3800mm de longitud en el fondo, con una serie de perforaciones de 3 mm de diámetro para facilitar la salida del aire comprimido, que proviene de la soplante.

El caudal de aire necesario para la homogeneización se calculará posteriormente en el bloque de cálculos.

El diámetro de la tubería es de 1^{1/2}" y contiene una válvula de corte de flujo y otra antiretorno.

No se debe olvidar inmediatamente después de concluir el enjuague con agua desmineralizada, realizar la prueba de rotura de película, como se describió en el capítulo anterior. En el caso de que dicha prueba no sea válida, se ha de repetir todas estas etapas descritas hasta ahora, tantas veces como sea necesario hasta que la prueba se dé por correcta.

5.2.4. Baño de Limpieza Ácida o Desoxidado.

Una vez que las piezas salen del baño de agua de red y se introducen en el baño de agua desmineralizada para su enjuague de posibles restos de cal y demás sustancias indeseadas, saldrán de dicho baño para introducirse posteriormente en esta etapa de limpieza ácida.

Las condiciones de operación en esta etapa se detallan a continuación:

Material	Producto	Concentración	Tª	Tiempo	Agitación
Acero inoxidable	Fluosilicato sódico + Dicromato sódico	30 – 45 gr/l	21 – 36 °C	1 – 10 min	Aire limpio y seco
	Ácido Nítrico	80 – 120 gr/l			
	Agua demineralizada	Resto			

●Características constructivas:

Este baño estará construido en acero inoxidable AISI-316, con un espesor de 3 mm. A diferencia de los anteriores, este baño en su interior contiene una lámina de PVC, de 2 mm de espesor, unida a esa chapa de acero, ya que el compuesto que contiene posee alto poder corrosivo, de manera que esta capa de PVC le da mayor resistencia.

Esta chapa irá reforzada con perfiles IPN-80, de acero inoxidable AISI-316, que irán soldados a la chapa mediante soldadura por puntos. La resistencia así como límite elástico de este acero son las adecuadas para dicha etapa.

Para evitar pérdidas de calor, se dispone en su interior de una capa de lana de roca, de 80 mm de espesor.

Al igual que en los baños descritos en las etapas anteriores, el fondo de éste está dispuesto con una ligera pendiente para facilitar su vaciado a través de una tubería de 3" de diámetro de acero inoxidable AISI-316 soldada al fondo con una brida del mismo material.

●Calentamiento:

Para alcanzar la temperatura de operación en el interior, se disponen de dos resistencias de 5,7 KW cada una. La potencia necesaria ha sido calculada en el Capítulo 5 del bloque correspondiente a Cálculos. Las características técnicas de dichas resistencias quedarán detalladas en este mismo capítulo.

El baño quedará calentado de forma efectiva gracias a estas resistencias que tardarán en calentar el tanque un tiempo aproximado de 3 horas.

●Elementos de control:

Para el control de la temperatura interior, se dispone de un *pirómetro-controlador de temperatura*, de 4 dígitos, con dos sondas de temperatura, digital y forrado de PVC.

●Llenado del baño:

Para proceder al llenado con agua desmineralizada de este baño, se dispone en la parte superior del mismo una tubería de PVC con válvula de bola, de 1^{1/2}" de diámetro.

●Agitación:

Dicho baño también ha de poseer agitación, por lo que en el fondo del mismo se dispone una tubería, fabricada en acero inoxidable AISI-316, de 1^{1/2}” de diámetro, con una serie de perforaciones de 3 mm de diámetro a través de las cuales sale el aire procedente de una soplante. El caudal de aire necesario para la homogeneización vendrá detallado posteriormente en el bloque de cálculos. La longitud de esta tubería es de 3800mm en el fondo.

●Capotas y tapas:

Al igual que en los baños descritos anteriormente, se disponen en éste de *tapas y capotas*.

Las capotas están dispuestas en los laterales del baño, construidas en acero inoxidable AISI-316, de 2 mm de espesor, actúan como sistema de aspiración de los gases que puedan emitirse durante la etapa de limpieza. Para ello contienen orificios rectangulares de 190 x 20 mm.

Están dispuestas en forma de pendiente progresiva que se extiende longitudinalmente, de menor a mayor, de manera que la extracción de gases se realizará por igual a lo largo de toda la capota.

Sobre estas capotas, descansan las tapas, en la parte superior, también fabricadas en acero inoxidable AISI-316, de 2mm de espesor, reforzadas con estructuras rectangulares.

Así, dichas tapas, evitan que se produzca posibles contaminaciones del baño al pasar la canasta de una baño a otro, así como de las partículas existentes en la atmósfera y también a su vez, hace que la temperatura se mantenga constante en el interior del mismo.

Posteriormente al baño de limpieza ácida, las piezas se enjuagan en el baño de agua desmineralizada, baño idéntico al descrito en el apartado 6.2.3.

5.2.5. Baño de Película de Conversión Química.

Antes de proceder a la etapa de protección mediante Película de Conversión Química, se ha de comprobar visualmente que se cumple la prueba de rotura de película, comentada en el capítulo anterior, aspecto que confirmará la adecuada limpieza de la superficie del metal. De no ser así, se repetirán las etapas descritas anteriormente tantas veces como sea necesario hasta conseguir el resultado deseado.

Las condiciones de operación de esta etapa se detallan a continuación:

Material	Producto	Concentración	pH	Tª	Tiempo	Agitación
Acero inoxidable	Anhídrido crómico + Fluosilicato de zinc	7,5-11,5 gr/l	1,6-1,9	21-35 °C	3-6 min	Aire limpio y seco
	Agua desmineralizad	Resto				

●Características constructivas:

Las dimensiones interiores de este baño son de 4000 x 1200 x 600 mm, proporcionando una capacidad de 2880 litros.

El baño está construido en acero inoxidable AISI-316, cuyo espesor es de 3 mm, con perfiles de refuerzo IPN-80 adosados a él para proporcionarle una mayor resistencia. Estos perfiles irán soldados mediante soldadura por puntos. La resistencia de este acero es la adecuada, así como su límite elástico y resistencia a la tensión.

Para evitar que se produzcan pérdidas de calor, se dispone en el interior de una capa de lana de roca, de 80 mm de espesor, tanto en el fondo como en los laterales, que actúa como excelente aislante.

El fondo de este baño también poseerá una ligera pendiente para facilitar el vaciado del mismo, a través de una tubería de acero inoxidable AISI-316, de 3" de diámetro, soldada al fondo del mismo y con una brida de sujeción del mismo material.

●Calentamiento:

Para alcanzar la temperatura de operación en el interior, se disponen de dos resistencias de 5,7 KW cada una. La potencia necesaria ha sido calculada en el Capítulo 5 del bloque correspondiente a Cálculos. Las características técnicas de dichas resistencias quedarán detalladas en este mismo capítulo. El baño quedará calentado de forma efectiva gracias a estas resistencias que tardarán en calentar el tanque un tiempo aproximado de 3 horas.

●Elementos de control:

La temperatura puede ser controlada mediante un *pirómetro indicador-controlador de temperatura*, de 4 dígitos, con 2 sondas de temperatura, digital y forrado de PVC.

●Llenado del baño:

El llenado de los baños con agua desmineralizada se realizará gracias a una tubería fabricada en PVC situada en la parte superior del baño, de 1^{1/2}" de diámetro, con válvula de bola.

●Agitación:

La agitación en este baño se consigue gracias a una tubería de acero inoxidable AISI-316, dispuesta en el interior del mismo, de 1^{1/2}" de diámetro, de 3800 mm de longitud en el fondo con una serie de perforaciones alternas, de 3" de diámetro, por la que sale el aire limpio y seco proveniente de una soplante.

●Capotas y tapas:

Este baño dispone de *capotas y tapas*. Las capotas están situadas en los laterales del baño y actúan como un sistema de aspiración de los posibles gases y vapores que se emiten durante el proceso. Están construidas en acero inoxidable AISI-316, de 2 mm de espesor. Contienen dos orificios rectangulares de 190 x 20.

Están dispuestas en forma de pendiente progresiva que se extiende longitudinalmente, de menor a mayor, de manera que la extracción de gases se realizará por igual a lo largo de toda la capota.

Sobre las capotas se sitúan las tapas, construidas en acero inoxidable AISI-316, de 2mm de espesor, reforzadas con estructuras rectangulares.

Así, dichas tapas, evitan que se produzca posibles contaminaciones del baño al pasar la canasta de una baño a otro, así como de las partículas existentes en la atmósfera y también a su vez, hace que la temperatura se mantenga constante en el interior del mismo.

Una vez que las piezas salen del baño de Película de Conversión Química, se enjuagarán en agua desmineralizada, baño idéntico al descrito en el apartado 6.2.3.

5.3. EQUIPOS Y MÁQUINAS AUXILIARES.

A continuación se describen los equipos y máquinas auxiliares que intervienen en el proceso:

5.3.1. Sistema de Agitación.

Los baños de desengrase, limpieza alcalina, limpieza ácida, enjuagues y película de conversión química, necesitan de un sistema de agitación en su interior que mantenga las disoluciones homogéneas.

Como hemos comentado anteriormente, la agitación se consigue gracias al aire proveniente de una soplante, la cual hace pasar el aire a través de una red de tuberías, fabricadas en acero inoxidable o PVC en función de la disolución contenida en el baño, de 1^{1/2} pulgadas de diámetro. Esta tubería se introduce por la parte superior del baño y se dispone finalmente en el fondo del mismo, con una serie de perforaciones alternas por las que sale el aire que se eleva en forma de burbujas a través del líquido contenido en el tanque.

La sujeción de las tuberías al fondo de los baños se realizará mediante bridas de acero inoxidable AISI-316

La soplante está fabricada en acero inoxidable, ya que se encuentra en una atmósfera corrosiva y trabaja aspirando aire de la atmósfera, el cual pasa a través de un filtro que elimina todas las impurezas que pueda contener, así como la humedad del mismo, dando lugar a un aire limpio y seco, libre de sustancias y evitando que se contaminen los baños.

Son 8 los baños que van a ser agitados, es por ello que se tendrán dos soplantes exactamente iguales para cada cuatro baños, debido a las grandes pérdidas de carga que se producirían con sólo una soplante para todos los baños.

En el capítulo 3 del bloque de cálculos se determinan las especificaciones para las soplantes elegidas.

Además, este sistema contiene una serie de accesorios distribuidos a lo largo de cada baño que interviene, de manera que cada uno de ellos contendrá cuatro codos, una te, una válvula antirretorno y una válvula de corte de flujo.

5.3.2. Extracción de Gases.

Debido a que en algunos baños de la instalación se trabajan con productos químicos que emiten vapores tóxicos durante el proceso, se ha de disponer de un sistema de extracción de gases, como medida preventiva para evitar el riesgo por intoxicación de las personas que trabajan en este proceso.

Como se ha comentado anteriormente en este capítulo, todos los baños excepto el de agua de red y agua desmineralizada, contienen una serie de capotas sobre la parte superior de los baños, construidas en acero inoxidable AISI-316, con 6 ranuras en cada capota de cada baño, de 190 x 20 mm a lo largo, por las que los gases son absorbidos.

Por la parte trasera de cada baño, irá conectada una tubería de PVC a cada capota de cada baño, de 7" de diámetro, de manera que los gases al ser aspirados desde el centro de cada baño, se introducen en las ranuras y pasan a través de estas tuberías a un colector general, el cual irá unido al sistema de aspiración general.

El recorrido que realizan los gases absorbidos de cada baño es el siguiente: Se introducen a través de las ranuras de cada capota, pasan a través de las tuberías al colector y desde aquí al lavador de gases, en donde los gases se introducen por la parte de abajo. Este lavador contiene en la parte superior una ducha, por la que agua de red cae y lava en contracorriente esos vapores que ascienden. Contiene a su vez un lecho fijo relleno de anillos, para facilitar el contacto gas-líquido. El agua contaminada pasará a la depuradora para poder reutilizarse. Por la parte superior, se obtiene el aire depurado, el cual pasa a una chimenea que da salida al exterior.

El caudal total de vapores a tratar en la torre de lavado será de 27578,8 m³/h, por lo que se necesitará un ventilador que sea capaz de absorber este caudal, y debiendo superar además una pérdida de carga de 119,2 mm.c.d.a.

Estos datos vendrán claramente detallados en el capítulo 4 del bloque de cálculos.

5.3.3. Equipo de agua desmineralizada.

En este proceso de Película de Conversión Química, tanto los baños de enjuague como las disoluciones que forman el resto de los baños, están compuestos por agua desmineralizada. El equipo del agua hace posible el suministro de ella con la calidad requerida.

La calidad que ha de tener es la siguiente:

- Sólidos disueltos: < 10 p.p.m.
- Conductividad: < 10 µS/cm.
- Silicatos: < 4 p.p.m.
- Cloruros: < 1 p.p.m.
- pH: 5,8-7.

La calidad en el agua debe mantenerse en todos los baños de enjuague de la cadena, ya que ellos son los encargados de prevenir la contaminación de las disoluciones que componen los baños de la cadena, eliminando los restos que quedan adheridos en la superficie de las piezas antes de pasar de un baño a otro.

Hay que tener en cuenta dos factores:

- Existen 2 tanques de agua desmineralizada a lo largo de toda la cadena de baños. Cada uno de ellos debe tener un caudal de 250 l/h aproximadamente, suponiendo que la cadena trabaje de forma continua y a pleno rendimiento.
- Todos los baños que componen el proceso están formados por disoluciones que contienen agua desmineralizada, por lo que para mantener los rangos de concentraciones de los productos que forman las disoluciones, hay que hacer uso también del agua desmineralizada.

El agua proveniente del sistema del equipo desmineralizador, es llevada a cada uno de los tanques a través de una red de tubería de PVC de 2" de diámetro.

El equipo desmineralizador cuenta con un pretratamiento cuya finalidad es alargar la vida útil de la cadena de desmineralización, a continuación pasa por un equipo de ósmosis de inversa y por último un equipo de desmineralización.

El pretratamiento consiste en hacer pasar el agua de red a través de un filtro de doble malla para retener las materias en suspensión y evitar obstrucciones en los equipos posteriores; dicha operación se conoce como *Filtración*. Posteriormente se le realiza un proceso de *Decloración*, que consiste en hacer pasar el agua por un lecho de carbón activo donde se elimina el hipoclorito y otros derivados clorados que contiene el agua de red. Seguidamente, sometemos el agua a un proceso de *Descalcificación*, mediante un descalcificador dúplex de resinas de intercambio iónico.

En él, los iones sodio se intercambian por los iones magnesio y calcio, que le dan dureza al agua. Por último, pasa a un proceso de *Ósmosis inversa*.

Este proceso de ósmosis inversa consiste en hacer pasar el agua a presión a través de una membrana semipermeable, en donde mediante

diferencia de concentración, se separan dos corrientes en el agua; la concentrada será desechada.

Este proceso es útil para la desmineralización del agua y para la eliminación de materia orgánica y nutrientes disueltos en el agua.

Una vez que el agua está completamente tratada, se envía a los depósitos de almacenamiento y a los diferentes tanques que requieren su uso

5.3.4. Depuradora.

En el proceso de Película de Conversión Química se utilizan productos químicos que son tóxicos, con lo que hay que pensar la forma de eliminarlos. Para ello se recurre a la utilización de una planta depuradora. El caudal de fluidos que va a recibir va a ser el correspondiente a la renovación de los cuatro baños de enjuague que van a contener las sustancias contaminantes. Además deberá ser capaz de depurar los fluidos pertenecientes de las disoluciones de los baños, aunque estas operaciones sólo se realizarán en situaciones excepcionales de limpieza de baños, regeneraciones, etc.

La planta consta de un equipo neutralizador en el que mediante hidróxido sódico y ácido clorhídrico, se neutralizarán las corrientes provenientes de los baños. Los lodos formados serán eliminados y retirados por una empresa de residuos autorizada.

El vertido de fluido debe poseer las siguientes características que se analizarán periódicamente por el personal de laboratorio:

- pH: 6-9

- aluminio: <2 ppm.

Cr^{VI}: <0,05 ppm.

Fe²⁺ y Fe³⁺: <10 ppm.

5.3.5. Sistema de calefacción.

Cuatro de los ocho baños que intervienen en este proceso necesitan elevar las temperaturas de las disoluciones que lo contienen para funcionar de una manera óptima. El volumen aproximado a calentar es de 2880 litros, para ello se utilizarán resistencias calefactoras que serán elegidas adecuadamente en función de la temperatura de trabajo a la que tienen q operar los baños.

Los baños que han de ser calentados son los siguientes: Desengrase, Limpieza Alcalina, Limpieza Ácida y Película de Conversión Química.

➤ Desengrase.

Este baño contendrá dos resistencias, de 12000 W cada una, una situada en la parte frontal del baño y otra en la trasera, de manera que el baño será calentado con una potencia total de 25000 W, en un tiempo aproximado de 4 horas.

Consiste en dos resistencias de inmersión trifásicas, de base circular, fabricada en acero inoxidable, con grado de protección contra la humedad IP-54, con 10 mm de diámetro, racores en AISI-303, engrampados y resellados y tubo coarrugado para la protección de cables conductores, de 3 m de longitud. La tensión será de 400 V.

Este tipo de resistencias es utilizada entre otros, en la industria química así como para limpieza y desengrases.

➤ Limpieza alcalina.

El sistema de calentamiento de este baño consistirá en dos resistencias de 12000 W idénticas a la del caso anterior, de manera que el tiempo necesario para alcanzar la temperatura deseada será de aproximadamente 4 horas. Ambas resistencias irán unidas a un controlador-indicador, el cual será el encargado de que la temperatura se mantenga en el interior del baño y no se sobrepase.

➤ Limpieza ácida.

Este baño necesita una potencia de 12000 W para alcanzar su temperatura de operación, por lo que se utilizarán dos resistencias de 7500 W cada una, de manera que el baño se calentará en un tiempo de 4 horas aproximadamente.

Consiste en dos resistencias calefactoras “SN”, con forma de V, fabricadas en acero inoxidable AISI-316, de 10 mm de diámetro, con cable de manguera tipo HR07RN-F de 3 hilos y 1500 mm de longitud. Los cabezales están constituidos con mangos de resina fundida IP-67 y el voltaje será de 230V.

Este tipo de resistencias suelen aplicarse para calentar cualquier líquido o disolución que no ataque a un AISI-316. Ambas resistencias irán unidas a un controlador-indicador, el cual será el encargado de que la temperatura se mantenga en el interior del baño y no se sobrepase.

➤ Película de Conversión Química.

El sistema de calentamiento de este baño consistirá en dos resistencias de 7500 W idénticas a la del caso anterior, de manera que el tiempo necesario para alcanzar la temperatura deseada será de aproximadamente 3 horas.

Ambas resistencias irán unidas a un controlador-indicador, el cual será el encargado de que la temperatura se mantenga en el interior del baño y no se sobrepase.

En la Tabla IV de los Anexos, se detalla un resumen de todas las operaciones que contienen el proceso, así como las características de operación.

5.3.6. Sistema de transporte.

Las piezas durante el proceso se encuentran en el interior de unas canastas, las cuales serán introducidas en cada uno de los baños según el orden exigido.

Para poder trasladar la canasta de un baño a otro, utilizaremos un puente grúa monorraíl, con un polipasto de 250 Kg y una luz de 4,5 m.

Está formado por una sola jacena, de donde se suspende el polipasto de cadena con carro eléctrico de una capacidad de carga de 250 Kg.

- Posee acabados estándar y pintura epoxi.
- Velocidad máxima de elevación: 8 m/min.
- Velocidad de traslación del carro: 4,6-14 m/min.

5.3.7. Foso de contención.

Todo el conjunto de los baños estará rodeado de un foso perimetral de contención que posee unas dimensiones de 8510 x 4920 mm, que serán detalladas en el capítulo de cálculos.

Dicho foso actuará recogiendo aquellos posibles restos de productos químicos que han ido cayendo en forma de gotitas fuera de los baños, a raíz de la circulación de la canasta que se va introduciendo de un baño a otro.

Así, para evitar que los productos caigan directamente en el suelo o bien entren en contacto con el operario produciéndole los daños oportunos, disponemos de dicho foso, que actuará recogiendo el líquido.

Para facilitar la salida de los productos hacia la depuradora en la que posteriormente serán tratados, el fondo del foso estará dispuesto con una ligera pendiente, por un lado la profundidad del foso será de 500 mm y por el lado opuesto será de 400 mm; a continuación, en este lado, se colocará una tubería para su desagüe, fabricada en PVC, de 5" de diámetro, que conducirá el líquido

hacia una arqueta, construida en hormigón y forrada con fibra de poliéster, con dimensiones de 1000mm x 1000mm x 1000mm.

Hacia este depósito provisional irá entrando la mezcla de productos de manera continua desde el foso. Contendrá a su vez una bomba, la cual actuará en el momento en el que el nivel del líquido alcanza una altura determinada (750mm) dentro de la arqueta.

Para evitar que el foso se vaya deteriorando debido a la corrosión producida por los productos que se van desechando en él, se forrará interiormente de fibra de poliéster.

Dicho foso estará cubierto de forma lateral por una parrilla de acero inoxidable, de 600 mm de ancho, de manera que sirve de pasarela alrededor de los baños y además actúa cubriendo el foso de contención.

5.3.8. Panel de control.

Para el control de ciertos elementos dentro de la cadena de baños, se dispone de un sistema de control, donde se visualizan las temperaturas de operación a las que se encuentran el interior de los baños así como aquella que no debe superarse en cada uno de ellos.

También el interruptor del compresor para el funcionamiento del sistema de agitación así como el interruptor para el sistema de extracción de los gases.

5.3.9. Equipo de seguridad.

A pesar de que el operario en planta ha de utilizar los equipos de protección personales, como medida de seguridad instalaremos en la planta dos equipos de duchas con lava-ojos incorporado en la zona de trabajo, ya que se trabaja con sustancias químicas altamente peligrosas al contacto con la piel. Uno de los equipos irá instalado en un extremo de la cadena, cerca del primer baño, y el otro hacia el final, próximo al último.

CAPÍTULO 6: SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO.

6.1. INTRODUCCIÓN.

Durante este proceso de Película de Conversión Química, se trabaja continuamente con productos químicos altamente peligrosos; de ahí que tengamos que hacer un estudio exhaustivo acerca de los riesgos a los que están expuestos los trabajadores que estén presentes durante el proceso.

Los productos químicos pueden tener diversas formas y afectar de manera diferente a quienes entran en contacto con ellos. Su forma puede ser de niebla, polvo, gases, vapor o líquido, como son los utilizados en este caso específico. Así, el tipo de producto, sus propiedades físicas y su forma de utilizarlo, pueden determinar sus efectos.

Es necesario entender y observar algunas precauciones básicas de seguridad, como pueden ser las siguientes:

- Sólo deben manejar los productos químicos que contribuyen en este proceso aquellas personas que conocen los peligros para la salud que estos productos pueden producir. Por ello toda la información de los mismos debe ser anteriormente perfectamente estudiada.
- Saber qué se debe hacer en caso de emergencia. Si ocurre una fuga o derrame, el operario debe mantenerse alejado de la zona afectada hasta que acuda al lugar una persona responsable que conozca cómo tratar el producto y limpiarlo. El operario debe también conocer donde se guardan los equipos de protección de emergencia y saber cómo usarlos.

- Debe usar ropa y equipos de protección adecuados, ya que están expuestos a posibles salpicaduras. Por ello es obligatorio el uso de una máscara para la cara, un mono de trabajo, guantes y botas de goma.
- Si la ropa resulta contaminada, inmediatamente debe lavarse, sobre todo las áreas que estuvieran contaminadas, así como cambiarse de ropa y descontaminarla.
- Al estar el operario en contacto permanente con los productos químicos, debe lavarse las manos antes de comer. Nunca puede llevar alimentos al área de trabajo.
- El puesto de trabajo debe permanecer limpio para reducir el riesgo de contaminación. Debe limpiar los derrames de inmediato y desechar correctamente los materiales contaminados.
- Para evitar que los productos se evaporen, es recomendable que los recipientes que los contengan permanezcan cerrados.
- Debe existir un botiquín, cercano al área de trabajo.

6.2. INFORMACIÓN GENERAL DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS.

6.2.1. Fichas técnicas de seguridad.

Como se ha comentado anteriormente, los productos químicos utilizados durante este proceso entrañan un gran riesgo para la salud de los que están expuestos a ellos. Es por tanto necesario que tanto los operarios que van a intervenir en él así como el responsable de la planta, conozcan los peligros para prevenirlos y en caso de que ocurra algún accidente, saber afrontarlos.

De ahí que se describa a continuación de forma detallada las fichas técnicas de cada uno de ellos.

Además, los productos químicos están identificados con etiquetas de diferentes colores, según sean:

- TÓXICOS: Etiqueta azul.
- INFLAMABLES: Etiqueta roja.
- OXIDANTES: Etiqueta amarilla.
- CORROSIVOS: Etiqueta blanca.
- SIN PROBLEMAS: Etiqueta verde.

Todo recipiente que contenga un producto químico peligroso debe llevar una etiqueta bien visible en la que se incluya:

- Nombre del producto.
- Responsable de su comercialización (con su nombre, dirección y nº de teléfono).
- Datos que permitan reconocer el peligro o peligros intrínsecos (potenciales) que puedan presentarse.

Las fichas técnicas de los productos químicos que intervienen en el proceso de Película de Conversión Química son los siguientes:

ÁCIDO NÍTRICO.

- Definición: el ácido nítrico es un líquido incoloro, corrosivo y tóxico. Es utilizado comúnmente como reactivo de laboratorio. Se utiliza para fabricar explosivos como nitroglicerina y trinitrotolueno, así como fertilizantes, fibras y plásticos. Se usa en metalurgia y refinado ya que reacciona con la mayoría de los metales. Es soluble en agua, generándose calor. No es combustible, pero puede acelerar el quemado de materiales combustibles y causar ignición. Es un fuerte oxidante.

La descomposición del mismo genera óxidos de nitrógeno e hidrógeno.

- Estado físico (a 20 °C): líquido entre incoloro y amarillo, de olor acre

- Fórmula molecular: HNO_3

- Masa molecular: 63.0

- Tipos de peligro:

- **Incendio**: La sustancia es no combustible, pero facilita la combustión de otras sustancias. No poner en contacto con sustancias inflamables ni con compuestos orgánicos o combustibles. Se descompone al calentarla suavemente, produciendo óxidos de nitrógeno. Reacciona violentamente con compuestos orgánicos (p.ej, acetona, ácido acético, anhídrido acético) originando peligro de incendio y explosión.

En caso de incendio en el entorno no utilizar espuma.

- **Explosión**: Es un oxidante fuerte y reacciona violentamente con materiales combustibles y reductores (p.ej, carbón, alcohol). En caso de incendio mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.

• **Exposición:**

- **Inhalación:** Puede producir sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria, pérdida del conocimiento. Por evaporación de esta sustancia a 20 °C, se puede alcanzar muy rápidamente una concentración nociva en el aire. La inhalación del vapor puede originar edema pulmonar. Los síntomas de este edema no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas algunas horas y se ven agravados por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son por ello imprescindibles.
En caso de accidente, desplazarse a un lugar con aire limpio, mantener a la persona afectada en reposo y semincorporada. Aplicar respiración artificial si fuera necesario y asistencia médica.
- **Piel:** El contacto puede producir quemaduras cutáneas graves, dolor y decoloración amarilla. Por ello es necesario el uso de un traje de protección. En caso de accidente, quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con abundante agua y acudir al médico. Es una sustancia muy corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Desechar los zapatos contaminados. Inmediatamente lavarse la ropa afectada y lavarla separadamente antes de volver a usarla.
- **Ojos:** Si la sustancia contacta con los ojos, puede provocar enrojecimiento, dolor y quemaduras graves. Hay que hacer uso de una pantalla facial o protección ocular combinada con protección respiratoria. En caso de accidente, enjuagar con abundante agua durante varios minutos, quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad y proporcionar asistencia médica.
- **Ingestión:** En caso de ingestión, puede provocar dolores abdominales, sensación de quemazón y debilidad. No provocar el vómito, dar a beber abundante agua, guardar reposo y proporcionar asistencia médica. Para su prevención, es muy importante no comer, beber ni fumar en el puesto de trabajo, así como lavarse las manos antes de comer.

- Derrames y fugas:

- Evacuar la zona de peligro.
- Consultar a un experto.
- Ventilar.
- Recoger el líquido procedente de la fuga en recipientes precintables, neutralizar cuidadosamente el residuo con carbonato sódico y eliminarlo con abundante agua.
- No absorber en serrín u otros absorbentes combustibles.
- Protección personal adicional: traje de protección completa, incluyendo equipo autónomo de respiración. También gafas, guantes, botas y delantales de neopreno.

- Peligros de incendio y explosión:

- Puede generar óxidos muy tóxicos cuando se calienta; al ser un fuerte oxidante, hace que se incremente el riesgo de fuego o explosión al estar en contacto con un material combustible. No es combustible pero sí reacciona fácilmente con muchos materiales.
- Reacciona explosivamente con polvos metálicos, carburos, sulfuro de hidrógeno, alcohol y carbón. Incrementa la inflamabilidad de combustibles orgánicos y materiales oxidados, pudiendo producir ignición. Con agua y vapor genera calor y humos corrosivos y venenosos.

- Almacenamiento:

- Separado de sustancias combustibles y reductoras, bases, compuestos orgánicos, alimentos y piensos.
- Mantener en lugar fresco, seco y bien ventilado, lejos de las materias combustibles.

- Proteger frente a la luz y la contaminación. Manténgase el recipiente en un lugar bien ventilado

- Límites de exposición:

- TLV (como TWA): 2 ppm.
- TLV (como STEL): 4 ppm.

- Propiedades físicas:

- Punto de ebullición: 121 °C
- Punto de fusión: -41.6 °C
- Densidad relativa: 1.4
- Solubilidad en agua: miscible.
- Presión de vapor (20 °C): 6.4 kPa
- Densidad de vapor: 0.22 Kg/m³
- Temperatura de autoignición: N/A.

- Información ecológica:

- Los métodos para la determinación de la degradabilidad biológica no son aplicables para las sustancias inorgánicas.
- No debe bioacumularse.

- Información legislativa:

El producto está clasificado y etiquetado de acuerdo con las directrices de la UE o las respectivas leyes nacionales.

- Frases R:
 - R35: Provoca quemaduras graves.

- R8: Peligro de fuego en contacto con materias combustibles.
- R37: Irrita las vías respiratorias.

○ Frases S:

- S23: No respirar los gases/humos/vapores/aerosoles.
- S26: En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.
- S36: Úsese indumentaria protectora adecuada.
- S45: En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico.
- S27: Hay que quitarse inmediatamente la ropa manchada o salpicada.
- S61: No esparcir en el medioambiente. Seguir las instrucciones especiales de la etiqueta informativa en materia de seguridad.

METILETILCETONA.

- Definición: Líquido inflamable e insoluble en agua
- Estado físico a 20 °C: líquido incoloro a amarillo claro, transparente y con olor fuerte.
- Fórmula molecular: $\text{CH}_3\text{COC}_2\text{H}_5$
- Masa molecular: 72.1
- Tipos de peligro:

- **Incendio**: Es una sustancia altamente inflamable en presencia de calor y/o oxidantes, por lo que se ha de mantener alejada de las fuentes de ignición. En su combustión se originan vapores tóxicos de óxidos de carbono. Los vapores son más pesados que el aire, por lo que pueden desplazarse a nivel del suelo. Existe riesgo de inflamación por acumulación de cargas electrostáticas.

No fumar en presencia de esta sustancia. Los métodos de extinción que han de utilizarse en caso de incendio son polvo, espuma y dióxido de carbono.

- **Explosión**: Las mezclas vapor/aire son explosivas. Evitar el contacto con ácidos, álcalis, materiales combustibles, agentes reductores y sustancias oxidantes tales como peróxido de hidrógeno/agua oxigenada, ácido sulfúrico concentrado, cloroformo/hidróxidos alcalinos. La descarga estática puede servir de fuente de ignición.

Para prevenir accidentes, el sistema debe ser cerrado, con sistema de ventilación de salida así como otros controles para mantener las concentraciones de vapores suspendidas en el aire por debajo de su respectivo valor de límite umbral.

El personal debe hacer uso de equipos de respiración autónomos con máscara completa. En caso de incendio, mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.

• **Exposición:**

- **Inhalación:** Por evaporación de esta sustancia a 20 °C se puede alcanzar bastante rápidamente una concentración nociva en el aire. La inhalación de los vapores puede provocar tos, embotamiento, náuseas, jadeo, somnolencia y vértigo. La absorción de grandes cantidades puede afectar al sistema nervioso central, provocar mareos, hipotensión, dificultades respiratorias, trastornos cardiovasculares. El material es irritante para las membranas mucosas y las vías respiratorias superiores. Para prevenir accidentes, debe existir buena ventilación, extracción localizada y las personas que estén en contacto con el producto deben hacer uso de protección respiratoria.
En caso de accidente, trasladar a la persona al aire libre y limpio, mantenerla en reposo, si es necesario proporcionarle respiración artificial y asistencia médica.
- **Piel:** La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel, así como enrojecimiento. En caso de contacto, lavar inmediatamente con abundante agua y jabón. Usar guantes y traje protectores.
- **Ojos:** Puede causar irritación. Lavar con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos. Retirar las lentes de contacto antes de lavar y proporcionar asistencia médica. Hacer uso de pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria.
- **Ingestión:** En caso de ingestión, puede producir calambres abdominales, náuseas y vómitos. Lavar la boca y dar al infectado 3-4 vasos de agua.

- No provocar el vómito ni administrar leche ni aceites digestivos. Mantener libre las vías respiratorias. Lavar las ropas contaminadas. Para evitar accidentes, no se debe comer, ni beber, ni fumar en el área de trabajo.

- Derrames y fugas:

- Recoger, en la medida de lo posible, el líquido que se derrama y el ya derramado en recipientes herméticos.
- Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro.
- No verterlo al alcantarillado. Depositar en contenedores para residuos para su posterior eliminación según la normativa vigente.
- Para pequeños derrames, utilizar químicos secos, CO₂ o espuma de alcohol.
- En caso de grandes derrames, hacer uso de líquido inflamable insoluble en agua. Eliminar todas las fuentes de ignición.
- Evitar el ingreso a cloacas, sótanos o áreas confinadas.

- Almacenamiento:

- Mantener separado de oxidantes fuertes y ácidos fuertes.
- Mantener en lugar fresco y bien cerrado, a temperatura ambiente y en local bien ventilado.
- Mantener alejado lejos del calor, chispas o cualquier otro tipo de fuente de ignición. Manipular el producto en áreas bien ventiladas, evitando respirar los vapores. Poner a tierra todos los equipos que contengan el material.
- La eliminación con los desechos normales no está permitido. No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.
- Los envases vacíos deben ser reciclados o eliminados como residuos.

- Límites de exposición:

- TLV (como TWA): 200 ppm.
- TLV (como STEL): 300 ppm.

- Propiedades físicas:

- Punto de ebullición: 80 °C
- Punto de fusión: - 86 °C
- Densidad relativa: 0.8
- Solubilidad en agua, g/100 ml a 20 °C: 29
- Presión de vapor, a 20 °C: 10.5 Kpa

- Densidad relativa de vapor: 2.41
- Temperatura de autoignición: 505 °C
- Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 1.8-11.5
- Información ecológica: Posee baja ecotoxicidad debido a su buena degradabilidad. Es un producto no bioacumulable.

- Información ecológica:

- Biodegradabilidad: Butanona: > 70% Fácilmente biodegradable.
- Bioacumulación: Butanona. No debe bioacumularse.

- Información legislativa:

- Frases R:
 - R11: Fácilmente inflamable.
 - R36: Irrita los ojos.

- R66: La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.
- R67: La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo.

○ Frases S:

- S9: Consérvese en un lugar bien ventilado.
- S16: Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas.

ANHÍDRIDO CRÓMICO + FLUOSILICATO DE ZINC.

El contacto del producto o llovizna con los **ojos** puede causar severa irritación, conjuntivitis, quemadura química, posibles lesiones permanentes y ceguera.

El contacto con la **piel** puede causar severa irritación y posible quemadura química, así como úlceras. El ácido crómico es un sensibilizador de la piel, puede ser absorbido a través de la misma.

La **inhalación** del producto o llovizna de la solución puede causar úlceras o perforación del tabique nasal e irritación y lesiones del sistema respiratorio. La sobreexposición a los compuestos de cromo hexavalente pueden ser causa de riesgo de cáncer de pulmón.

La **ingestión** puede causar severa irritación y lesiones de laringe, esófago y membranas gástricas. Puede ser mortal si se traga. Los efectos tóxicos pueden no aparecer inmediatamente.

El ácido crómico es un veneno sistémico que afecta al hígado, riñones y al tracto gastrointestinal. La repetida sobreexposición puede agravar cualquier disfunción preexistente de estos sistemas. Los fluoruros son venenos celulares; cualquier tejido en contacto con ellos puede conducir a un severo ataque corrosivo y posible necrosis. No se conocen otros efectos crónicos que difieran de los efectos agudos.

- Primeros auxilios:

▪ Ojos:

Lavar con agua abundante durante al menos 5 minutos. Seguir con lavado con solución salina durante 30-60 minutos.

Mantener los párpados abiertos para asegurar el contacto con todas las superficies, Obtener atención médica.

▪ *Piel:*

La rapidez es esencial. Lavar la zona afectada con agua abundante. Continuar con agua y jabón. Aclarar con agua cuidadosamente. Si existiera irritación o ulceraciones, obtener asistencia médica.

▪ *Inhalación:*

Trasladar al afectado al aire libre. Si existiera dificultad respiratoria, administrar oxígeno. Obtener asistencia médica si persistiera la irritación.

▪ *Ingestión:*

Si el afectado está consciente, diluir bebiendo abundantes volúmenes de agua, leche o cualquier forma de calcio soluble. Obtener asistencia médica. No inducir al vómito o a beber a personas q no estén conscientes.

- *Medidas en caso de vertido accidental:*

▪ *Protección para las personas:*

No relevante.

▪ *Vertido o pérdida:*

Absorber sobre un soporte inerte. Recoger en los embalajes de origen.
Confiar la destrucción del producto a un centro homologado.

▪ *Medidas de protección para el medio ambiente:*

El producto no debe verterse sin un tratamiento previo, como son neutralización, eliminación de metales por precipitación, clarificación y separación de suciedades y aceites de aporte.

- Manipulación y embalaje:

▪ *Precauciones especiales de almacenamiento y manipulación:*

Almacenar en áreas secas y protegidas. No almacenar en la proximidad de reductores potentes ni ácidos fuertes.

Utilizar guantes antiácidos y gafas de protección. Trabajar en locales convenientemente ventilados.

No almacenar a temperaturas superiores a 40°C.

▪ *Material de embalaje recomendado:*

Acero.

- Límites de exposición y protección:

▪ *Protección respiratoria:*

En condiciones de llovizna o aspersión, utilizar máscara antipolvo y llovizna. Si se usan respiradores, el personal debe estar convenientemente entrenado.

▪ *Ventilación:*

Mantener ventilación suficiente de extracción mecánica para mantener los vapores por debajo de los límites TLV.

▪ *Equipos de protección:*

Gafas, guantes, botas y delantales de neopreno.

▪ *Medidas de higiene personal:*

Lavarse las manos y la cara con agua y jabón antes de fumar o comer. Inmediatamente, quitarse la ropa afectada y lavarla separadamente antes de volver a usarla.

- Información legislativa:

○ Frases R:

R45: Puede causar cáncer.

R46: Puede causar alteraciones genéticas hereditarias.

R9: Peligro de explosión al mezclar con materias combustibles.

R24/25: Tóxico en contacto con la piel y por ingestión.

R26: Muy tóxico por inhalación.

R35: Provoca quemaduras graves.

R42/43: Posibilidad de sensibilización por inhalación y en contacto con la piel.

R48/23: Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.

R62: Posible riesgo de perjudicar la fertilidad.

R50/53: Muy tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

○ Frases S:

S22: No respirar el polvo.

S36/37/39: Úsense indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos/la cara.

S45: En caso de accidente o malestar acuda inmediatamente al médico.

S53: Evítese la exposición Recábense instrucciones especiales antes del uso.

S26: En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.

S28: En caso de contacto con la piel lávese inmediata y abundantemente con agua.

SILICOFLUORURO SÓDICO.

Es un producto en polvo, granular, desarrollado como desengrasante de superficies metálicas. superficies metálicas. Posee unas extraordinarias propiedades de aclarado con agua, derivadas de la total ausencia en el producto de silicatos y una composición alcalina de extrema suavidad.

El contacto con los **ojos** puede causar moderada a severa irritación.

Es nocivo al contacto con la **piel**.

La **inhalación** o llovizna de la solución puede provocar irritación del tracto respiratorio.

-Primeros auxilios:

▪ **Ojos:**

Lavar con agua abundante durante al menos 15 minutos. Si persiste la irritación, obtener atención médica.

▪ **Piel:**

Lavar la zona afectada con agua abundante y continuar durante 15 minutos. Si la irritación persiste, obtener atención médica.

- *Inhalación:*

Trasladar al afectado al aire libre. Si existiera dificultad respiratoria, administrar oxígeno. Obtener asistencia médica si persistiera la irritación.

- *Ingestión:*

No inducir al vómito si no es en presencia de personal médico. Si la víctima está consciente, beber grandes cantidades de agua o leche.

Nunca inducir al vómito o a beber a personas que no estén conscientes.

- *Medidas en caso de vertido accidental:*

- *Protección para las personas:*

Usar el equipo de protección recomendado.

- *Vertido o pérdida:*

Absorber sobre un soporte inerte. Recoger en los embalajes de origen. Confiar la destrucción del producto a un centro autorizado.

- *Medidas de protección para el medio ambiente:*

El producto no debe verterse sin un tratamiento previo, como son neutralización, separación de suciedades y aceites de aporte, eliminación de materia orgánica si lo requiere la legislación local.

- *Manipulación y embalaje:*

- *Precauciones especiales de almacenamiento y manipulación:*

Almacenar en áreas secas y protegidas. No almacenar en la proximidad de oxidantes potentes ni ácidos fuertes.

Utilizar guantes antiácidos y gafas de protección. Trabajar en locales convenientemente ventilados.

▪ *Material de embalaje recomendado:*

Polietileno de alta densidad.

- *Límites de exposición y protección:*

▪ *Protección respiratoria:*

En condiciones de llovizna o aspersión, utilizar máscara antipolvo y llovizna. Si se usan respiradores, el personal debe estar convenientemente entrenado.

▪ *Ventilación:*

Mantener ventilación suficiente de extracción mecánica para mantener los vapores por debajo de los límites TLV.

▪ *Equipos de protección:*

Gafas, guantes, botas y delantales de neopreno. Las prendas de protección no se precisan normalmente, pero la advertencia es necesaria para evitar el prolongado o repetido contacto con la piel así como la sobreexposición.

▪ *Medidas de higiene personal:*

Lavarse las manos y la cara con agua y jabón tras manipular el producto.
Inmediatamente, quitarse la ropa afectada y lavarla separadamente antes de volver a usarla.

▪ *Productos peligrosos por descomposición:*

Por descomposición térmica puede liberarse ácido fluorhídrico.

-Información legislativa:

○ Frases R:

R20/21/22: Nocivo por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.

R36: Irrita los ojos.

R23/24/25: Tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.

R41: Riesgo de lesiones oculares graves.

R43: Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.

R50: Muy tóxico para los organismos acuáticos. Pueden provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

R50/53: Pueden provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

○ Frases S:

S3: Úsese indumentaria y guantes de protección adecuados.

S22: No respirar el polvo.

S26: En caso de contacto con los ojos, lávenlos con agua.

DETERGENTES BIODEGRADABLES.

Es un líquido transparente de naturaleza desengrasante y base acuosa formulado para la eliminación de suciedades en taller, tintas, grasas y aceites.

Reemplaza las limpiezas solventes en fase vapor por un efectivo limpiador de base acuosa.

Está formado por glicoles, aminas, silicatos y agentes tensoactivos.

El contacto con los **ojos** puede provocar moderada a severa irritación.

El contacto con la **piel** puede causar moderada a severa irritación.

La **inhalación** del producto o llovizna de la solución puede causar irritación del tracto respiratorio.

La **ingestión** puede provocar irritación del tracto intestinal.

- **Primeros auxilios:**

▪ **Ojos:**

Lavar con agua abundante durante al menos 15 minutos. Si persiste la irritación, obtener atención médica.

▪ *Piel:*

Lavar la zona afectada con agua abundante y continuar durante 15 minutos. Si existiera irritación o ulceraciones obtener asistencia médica.

▪ *Inhalación:*

Trasladar al afectado al aire libre. Si existiera dificultad respiratoria, administrar oxígeno. Obtener asistencia médica si persistiera la irritación.

▪ *Ingestión:*

No inducir al vómito si no es en presencia de personal médico. Si el afectado está consciente diluir bebiendo abundantes volúmenes de agua o leche. Obtener asistencia médica. No inducir al vómito o a beber a personas que no estén conscientes.

- *Medidas en caso de vertido accidental:*

▪ *Protección para las personas:*

No relevante.

▪ *Medios de extinción:*

Polvo seco espuma carbónica.

▪ *Vertido o pérdida:*

Absorber sobre un soporte inerte. Recoger en los embalajes de origen. Confiar la destrucción del producto a un centro homologado.

- *Medidas de protección para el medio ambiente:*

El producto no debe verterse sin un tratamiento previo, como son neutralización, eliminación de materia orgánica y separación de suciedades y aceites de aporte.

- Manipulación y embalaje:

- *Precauciones especiales de almacenamiento y manipulación:*

Almacenar en áreas secas y protegidas. No almacenar en la proximidad de oxidantes potentes ni ácidos fuertes.

Utilizar guantes antiácidos y gafas de protección. Trabajar en locales convenientemente ventilados.

No almacenar a temperaturas superiores a 40°C.

- *Material de embalaje recomendado:*

Polietileno de alta densidad.

- Límites de exposición y protección:

- *Protección respiratoria:*

No se precisa.

▪ *Ventilación:*

Mantener ventilación suficiente de extracción mecánica para mantener los vapores por debajo de los límites TLV.

▪ *Equipos de protección:*

Gafas, guantes, botas y delantales de neopreno. Las prendas de protección no se precisan normalmente, pero la advertencia es necesaria para evitar el prolongado o repetido contacto con la piel así como la sobreexposición.

▪ *Medidas de higiene personal:*

Lavarse las manos y la cara con agua y jabón antes de fumar o comer. Inmediatamente, quitarse la ropa afectada y lavarla separadamente antes de volver a usarla.

▪ *Productos peligrosos por descomposición:*

Ninguno.

-Información legislativa:

○ Frases R:

R36/38: Irrita los ojos y la piel.

○ Frases S:

S2: Manténgase fuera del alcance de los niños.

S26: En caso de contacto con los ojos lávenlos con agua.

S37: Usen guantes adecuados.

S45: En caso de accidente o malestar acuda al médico.

BICROMATO SODICO + FLUOSILICATO SÓDICO.

El contacto del producto o llovizna del mismo con los **ojos** puede causar severa irritación, conjuntivitis, quemadura química.

El contacto con la **piel** puede causar severa irritación y posible quemadura química. El contacto con la piel puede causar úlceras.

Los cromatos son sensibilizadores de la piel y pueden ser absorbidos a través de la misma.

La **inhalación** del producto o llovizna de la solución puede causar úlceras o perforación del tabique nasal e irritación y lesiones del sistema respiratorio. La sobreexposición a los compuestos de cromo hexavalente pueden ser causa de riesgo de cáncer de pulmón.

Puede causar severa irritación y lesiones de laringe, esófago y membranas gástricas. Puede ser mortal si se traga. Los efectos tóxicos pueden no aparecer inmediatamente.

Los cromatos son un veneno sistémico que afecta al hígado, riñones y al tracto gastrointestinal. La repetida sobreexposición puede agravar cualquier disfunción preexistente de estos sistemas. Los fluoruros son venenos celulares. Cualquier tejido en contacto con ellos puede conducir a un severo ataque corrosivo y posible necrosis.

- Primeros auxilios:

▪ *Ojos:*

Lavar con agua abundante durante al menos 5 minutos. Seguir con lavado con solución salina durante 30-60 min. Mantener los párpados abiertos para asegurar el contacto con todas las superficies. Obtener atención médica.

▪ *Piel:*

La rapidez es esencial. Lavar la zona afectada con agua abundante. Continuar con agua y jabón. Aclarar con agua cuidadosamente. Si existiera irritación o ulceraciones obtener asistencia médica.

▪ *Inhalación:*

Trasladar al afectado al aire libre. Si existiera dificultad respiratoria, administrar oxígeno. Obtener asistencia médica si persistiera la irritación.

▪ *Ingestión:*

Si el afectado está consciente diluir bebiendo abundantes volúmenes de agua, leche o cualquier forma de calcio soluble. Obtener asistencia médica. No inducir al vómito o a beber a personas que no estén conscientes.

- Medidas en caso de vertido accidental:

- *Protección para las personas:*

No relevante.

- *Vertido o pérdida:*

Absorber sobre un soporte inerte. Recoger en los embalajes de origen.
Confiar la destrucción del producto a un centro homologado.

- *Medidas de protección para el medio ambiente:*

El producto no debe verterse sin un tratamiento previo, como son neutralización, eliminación de metales por precipitación, clarificación y separación de suciedades y aceites de aporte.

- Manipulación y embalaje:

- *Precauciones especiales de almacenamiento y manipulación:*

Almacenar en áreas secas y protegidas. No almacenar en la proximidad de reductores potentes ni ácidos fuertes.

Utilizar guantes antiácidos y gafas de protección. Trabajar en locales convenientemente ventilados.

No almacenar a temperaturas superiores a 40°C.

- *Material de embalaje recomendado:*

Polietileno.

- *Límites de exposición y protección:*

- *Protección respiratoria:*

En condiciones de llovizna o aspersión, utilizar máscara antipolvo y llovizna. Si se usan respiradores, el personal debe estar convenientemente entrenado.

- *Ventilación:*

Mantener ventilación suficiente de extracción mecánica para mantener los vapores por debajo de los límites TLV.

- *Equipos de protección:*

Gafas, guantes, botas y delantales de neopreno.

- *Medidas de higiene personal:*

Lavarse las manos y la cara con agua y jabón antes de fumar o comer. Inmediatamente, quitarse la ropa afectada y lavarla separadamente antes de volver a usarla.

▪ *Productos peligrosos por descomposición:*

Por calentamiento puede evolucionar óxidos tóxicos de fluoruro de hidrógeno.

-Información legislativa:

○ Frases R:

R8: Peligro de fuego en contacto con materias combustibles.

R24/25: Tóxico en contacto con la piel y por ingestión.

R26: Muy tóxico por inhalación.

R34: Provoca quemaduras.

R42/43: Posibilidad de sensibilización por inhalación y en contacto con la piel.

R45: Puede causar cáncer.

R46: Puede causar alteraciones genéticas hereditarias.

R48/23: Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación.

R50/53: Muy tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en medio ambiente acuático.

R21: Nocivo en contacto con la piel.

R25: Tóxico por ingestión.

R23/24/25: Tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.

○ Frases S:

S22: No respirar el polvo.

S26: En caso de contacto con los ojos lávenlos inmediata y abundantemente con agua y acúdase al médico.

S28: En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con agua.

S36/37/39: Usen indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos y la cara.

S45: En caso de accidente o malestar acuda inmediatamente al médico.

S53: Evítese la exposición. Recabense instrucciones especiales antes del uso.

6.2.2. Almacén de los productos químicos.

Las sustancias químicas que se manipulan en este proceso son tóxicas y peligrosas, por ello, tan importante es su correcta manipulación como su adecuado almacenamiento.

Se han de tener en cuenta una serie de consideraciones. Así, el almacén que las contenga ha de ser un lugar seguro que garantice la buena ubicación de las mismas ya que si no es así, pueden producirse lesiones personales, incendios o explosiones.

Las sustancias peligrosas deben reflejar en la etiqueta los iconos correspondientes: es una ayuda a la hora de organizar el almacén de los productos.

Cada una de las sustancias se han de almacenar en sus envases originales, con etiquetas que definan sus propiedades así como su información sobre los peligros que tienen y las recomendaciones a seguir para su adecuada utilización. Es una manera rápida para determinar si el material constituye un riesgo de incendio, de salud o de reactividad.

De esta forma se podrán colocar en el almacén según sus características, la compatibilidad existente entre cada una de ellas, debiendo ser éste adecuado para su acogida, debe estar capacitado para resistir cualquier posible derrame o fuga en su interior.

Por ello, para evitar posibles acumulaciones de sustancias en el suelo debido a cualquier fuga producida, se debe disponer en él de algún sistema de drenaje que posibilite la salida del mismo, segura y fácilmente accesible.

Los tapones de cierre de los recipientes que contienen las sustancias, no podrán ser atacados por el contenido, por lo que deben ser fuertes y sólidos para impedir aflojamientos. Así, han de adquirirse contenedores homologados, en los que previamente se hayan realizado pruebas con soluciones patrón de resistencia a dichos recipientes, en cuanto a su diseño y fabricación.

Es conveniente que exista en el almacén las mínimas cantidades posibles de productos químicos.

Además, debido a la peligrosidad y características especiales de las sustancias que van a habilitar, el lugar elegido para almacén debe ser fresco, seco, ha de estar bien ventilado, los productos no deben estar expuestos directamente a la luz solar, alejado de cualquier fuente de ignición, chispas, llamas o electricidad estática.

Se ha de mantener limpio y ordenado para su buen funcionamiento. Además, como su nombre indica, es un lugar donde sólo se ubicarán estas sustancias, no debe utilizarse para el almacenamiento de otros objetos diferentes ni tampoco se ha de trabajar allí.

Dentro del almacén debe figurar una nota con normas básicas de seguridad dentro del mismo, así como teléfonos de urgencias necesarios en caso de accidente.

Al igual que el suelo debe ser el adecuado para resistir estas sustancias, las estanterías y todos los elementos sobre los que estarán dispuestos los recipientes también deben estar en condiciones adecuadas para su resistencia. Las repisas deberán estar ligeramente inclinadas hacia atrás para que los contenedores no se deslicen sobre el borde

No se han de almacenar sustancias a mayor altura que la vista, ya que si se produce algún derrame accidental, pueden darse salpicaduras que afectan de forma directa a la persona, produciendo daños importantes.

Así, los equipos de primeros auxilios y de limpieza deben estar en una zona accesible.

Se debe evitar el almacenar contenedores unos encima de otros ya que pueden volcarse accidentalmente. Una vez usados, se han de colocar en el mismo lugar en que estaban.

Cada cierto tiempo, se ha de revisar los productos del almacén, comprobar que permanecen en buen estado, que están ubicados de forma correcta, inspeccionar los contenedores dañados o corroídos, comprobar las fechas desde las que se encuentran allí, qué tipo de sustancias son, fuera de cualquier tipo de peligro y que no existen derrames por la zona.

El lugar de almacenamiento estará señalizado con señales de advertencia en cuanto a la peligrosidad sobre lo que en él se encuentra. Por ello, estas señales, advierten a las personas sobre las medidas de seguridad que debe llevar como son guantes, gafas de seguridad o mascarilla y también sobre una serie de requisitos que han de cumplirse en su interior, como el no fumar, no comer o no beber.

Aquellos productos especialmente peligrosos como sustancias tóxicas o muy tóxicas, y dentro de éstas, sustancias cancerígenas, mutagénicas o tóxicas para la reproducción, deben almacenarse en lugares especialmente acondicionados, con medidas de seguridad particulares y acceso restringido. Deben controlarse mediante un intervalo permanente.

Las normas generales para el almacenamiento de ácidos y bases son las siguientes:

- Mantener separados los ácidos de las bases.
- Los ácidos inorgánicos o sustancias oxidantes hay que mantenerlas separadas de los ácidos orgánicos o sustancias reductoras, ya que reaccionan violentamente si ambas se ponen en contacto.
- Hay que mantener separados los ácidos de sustancias que emiten gases tóxicos.
- Los ácidos deben estar separados de los metales activos.
- Asegurarse de que los contenedores están exentos de cualquier tipo de fuga.

Para el almacenamiento de sustancias inflamables, las principales normas son:

- Almacenar en contenedores de seguridad.
- No usar contenedores de vidrio.

Para el caso de sustancias oxidantes:

- Hay que alejarlas siempre de sustancias inflamables y combustibles, ya que las sustancias oxidantes son comburentes.

6.3. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL.

Los equipos de protección personal están regulados por el Real Decreto 773/1997, 30 de mayo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud a la utilización de los trabajadores.

La Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz. Según el artículo 6 de la misma serán las normas reglamentarias las que irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Así, son las normas de desarrollo reglamentario las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización del trabajo

Se entiende por equipos de protección individual cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

Los equipos de protección individual proporcionarán una protección eficaz frente a los riesgos que motivan su uso, sin suponer por sí mismos u ocasionar riesgos adicionales ni molestias innecesarias. A tal fin deberán:

- a. Responder a las condiciones existentes en el lugar de trabajo.
- b. Tener en cuenta las condiciones anatómicas y fisiológicas y el estado de salud del trabajador.
- c. Adecuarse al portador, tras los ajustes necesarios.

En caso de riesgos múltiples que exijan la utilización simultánea de varios equipos de protección individual, éstos deberán ser compatibles entre sí y mantener su eficacia en relación con el riesgo o riesgos correspondientes.

Para la elección de los equipos de protección individual, se deberá llevar a cabo las siguientes actuaciones:

- Analizar y evaluar los riesgos existentes que no puedan evitarse o limitarse suficientemente por otros medios.
- Definir las características que deberán reunir los equipos de protección individual para garantizar su función, teniendo en cuenta la naturaleza y magnitud de los riesgos de los que deban proteger, así como los factores adicionales de riesgo que puedan constituir los propios equipos de protección individual o su utilización.

La determinación de las características de los equipos de protección individual, deberá revisarse en función de las modificaciones que se produzcan en cualquiera de las circunstancias y condiciones que motivaron su elección.

La utilización, el almacenamiento, el mantenimiento, la limpieza, la desinfección cuando proceda, y la reparación de los equipos de protección individual deberán efectuarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Los EPI's que se utilizarán en el proceso de Película de Conversión Química son los siguientes:

Protección de la cabeza.

En función de la parte a proteger los equipos serán los siguientes:

- Craneal: Los cascos están hechos con material resistente y su finalidad es proteger el cráneo de impactos, penetraciones o choques eléctricos. No sólo resisten al impacto, sino que también absorben el choque hasta aproximadamente 300 kg, estos cascos serán necesarios cuando se este trabajando con el puente grúa.
Las capuchas y cascos con visera protegen la cabeza contra impactos de productos químicos, residuos infecciosos, corrosivos y condiciones climáticas adversas de frío o calor.
- Facial: Los equipos para la cara y cuello protegen contra impactos de partículas volantes, salpicaduras de líquidos perjudiciales, ofuscamiento y calor radiante.
- Visual: Gafas de protección para el globo ocular y las partes adyacentes contra impactos causados por partículas sólidas, líquidos, gases, vapores, radiación térmica y exceso de luminosidad.

Protección de las vías respiratorias:

Se utilizará un equipo de protección respiratoria dependiente de la atmósfera. Se requiere de un equipo filtrante, para que los gases que desprenden los agentes limpiadores, queden retenidos en el filtro del que disponen este tipo de dispositivo y no sean inhalados por los trabajadores. Se utilizarán mascarar anti-gas con filtro tipo B (gris) y filtro para polvo P2.

Protección de manos:

Se proporcionará a los operarios guantes resistentes a los agentes químicos para evitar las agresiones químicas debido a la acción química del desengrasante y decapante.

Protección de pies:

Se necesita cubrir distintos riesgos:

- Caída por resbalón (el suelo podría mojarse debido a alguna salpicadura accidental durante el enjuagado de las tuberías): suela antideslizante.
- Riesgo de las salpicaduras: deberán ser impermeables.

Por esto se utilizarán unas botas antideslizantes de cuero, goma o similar con diseño apropiado en la suela y resistentes a los productos químicos..

Protección total del cuerpo.

Los operarios vestirán overol de PVC hermético y con capucha. Nunca lo llevarán directamente sobre la piel. Proporciona una protección alta frente a salpicaduras ácidas.

6.4. FICHA DE EVALUACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS.

La mayoría de los riesgos, a los que está expuesto un trabajador que opere en esta cadena, son debidos a la exposición prolongada a sustancias contaminantes y dañinas para el cuerpo humano. Una vez conocidos los riesgos a los que están expuestos los trabajadores, será obligación del jefe de taller, que todos los operarios que trabajan en la instalación, tengan con la periodicidad establecida, exámenes médicos que determinen su estado de salud.

Un servicio de prevención adecuado, se encargará por medio de un técnico de prevención en riesgos laborales, de analizar las condiciones de trabajo en las instalaciones, es decir, realizará una ficha de evaluación de riesgos en la instalación con la periodicidad establecida en la normativa, y la actualizará cada vez que sea requerido. A continuación se detalla en la Tabla I un resumen de una ficha de evaluación de riesgos.

Tabla I- Ficha de evaluación de riesgos

FICHA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS	
Película de Conversión Química	Fecha de realización:
Puesto: Operario de baños	Fecha de última revisión:
DESCRIPCIÓN DE TAREAS	
<ul style="list-style-type: none">- El operario trabaja en una cadena de baños de tratamientos químicos superficiales.- El operario se encargará de introducir las piezas colgadas, mediante alambres, en el interior de una canasta, la cual irá circulando a través de un puente grúa a través de la cadena de baños. Deberá mantenerse introducida en cada baño el tiempo necesario.- Comenzará con unas etapas de limpieza, posteriormente el tratamiento superficial anticorrosivo y finalizará con la etapa de secado. Posteriormente, el operario almacenará las piezas en los lugares correspondientes.	

DISEÑO DE UNA CADENA DE BAÑOS PARA EL PROCESO DE PELÍCULA DE CONVERSIÓN
QUÍMICA EN PIEZAS CONSTITUIDAS POR ALEACIONES DE ALUMINIO

MAQUINARIA
- Puente grúa.
EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIS)
- Guantes de seguridad. - Gafas de protección. - Calzado de seguridad. - Protectores auditivos. - Ropa de trabajo. - Mascarilla con filtros adecuados al contaminante.

DISEÑO DE UNA CADENA DE BAÑOS PARA EL PROCESO DE PELÍCULA DE CONVERSIÓN
QUÍMICA EN PIEZAS CONSTITUIDAS POR ALEACIONES DE ALUMINIO

FICHA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS			
Película de Conversión Química		Fecha de realización:	
Puesto: Operario de baños		Fecha de última revisión:	
BAÑOS	PRODUCTOS QUÍMICOS	FRASES R	FRASES S
DESENGRASE	-Detergentes biodegradables		
LIMPIEZA ALCALINA	-Silicofluoruro sódico		
LIMPIEZA ÁCIDA	-Dicromato sódico. -Fluosilicato sódico. -Ácido nítrico.	R11 R36 R66 R67	S23 S26 S36 S45 S27 S61
PELÍCULA DE CONVERSIÓN QUÍMICA	-Anhídrido crómico. -Fluosilicato de zinc	R45 R9 R24/25 R26 R35 R42/43 R48/23 R62 R50/53	S22 S36/37/39 S45 S53 S26 S28

Los operarios que trabajen en el proceso de Película de Conversión Química, al estar en contacto con los productos químicos, deben someterse a analíticas exhaustivas para controlar los niveles en su interior.

Así, también serán evaluados los riesgos a los que se pueden ver sometidos diariamente, estos riesgos serán evaluados por el técnico de prevención y el jefe de planta deberá poner medidas para evitar que éstos se produzcan. A continuación se muestra la Tabla II con los riesgos más probables que se pueden encontrar.

Tabla II- Condiciones de seguridad en el trabajo

CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO					
Riesgo	Factor riesgo	Condiciones	Probabilidad	Consecuencia	Valoración
Caídas de personas	Objetos en el lugar de trabajo	Se manipulan alambres	Media	Dañino	Riesgo moderado
Caídas de objetos	Aparatos y equipos de elevación	La canasta va sujeta al puente grúa	Baja	Bastante dañino	Riesgo bajo
Contacto térmico	Temperatura	Algunos baños trabajan a temperaturas elevadas	Media	Dañino	Riesgo moderado
Contacto con sustancias corrosivas	Sustancias peligrosas	Posibilidad de salpicaduras	Media	Extremadamente dañino	Riesgo alto
Incendios	Objetos en el entorno que pueden incendiarse	No se pueden manipular sustancias en estado puro	Baja	Bastante dañino	Riesgo bajo
Exposición a contaminantes químicos	Sustancias peligrosas	Sistema de extracción en cada baño. Mascarilla.	Alta	Dañino	Riesgo moderado
Exposición al ruido	Ruido	Protectores auditivos	Media	Dañino	Riesgo moderado

CAPITULO 7: ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL: GESTIÓN DE RESIDUOS GENERADOS.

7.1. INTRODUCCIÓN.

Durante los primeros años de la década de los ochenta, los residuos tóxicos se convirtieron en el principal problema medioambiental de la sociedad. Actualmente la información científica muestra algunos problemas potencialmente devastadores relacionados con el ecosistema global. Un residuo se considera tóxico cuando puede provocar reacciones tóxicas en el ser humano. Así, dependiendo de la forma en que se originan y el lugar, los residuos se pueden clasificar en:

- Residuos inertes: Escombros, material derribo, escorias, cenizas, etc.
- Residuos asimilables a urbanos: madera, papel, cartón, pieles, vidrios, metales, tejidos, etc.
- Residuos no peligrosos: Aquellos que no puedan asimilarse a los generados en los domicilios, por ejemplo lodos de depuradora no peligrosos.
- Residuos peligrosos: Aquellas que contienen elementos o sustancias que pueden representar un peligro para el medio ambiente, la salud humana o los recursos naturales.

Para llevar a cabo una gestión adecuada de los residuos tóxicos es necesario comprender de qué forma son liberadas las sustancias contaminantes en el medio ambiente, como su desplazamiento y cuál es su destino.

7.2. AUDITORÍAS.

Para llevar a cabo un control exhaustivo del cumplimiento de las normativas, así como un proceso de minimización viable de residuos, se realizan auditorías de cumplimiento: el volumen de leyes y regulaciones medioambientales ha aumentado en cantidad y complejidad en las dos últimas décadas. La violación de estos requisitos podría ser motivo para la imposición de sanciones criminales, penales, civiles e indemnizaciones.

A partir de este momento es necesario identificar, evaluar, seleccionar, aplicar, controlar y comunicar todas las opciones posibles para la minimización de los residuos.

Las funciones principales de una auditoría consisten en la identificación del modo en que los residuos se producen y de los obstáculos que impiden su reducción. Con sentido común e informándose sobre las posibilidades existentes para la reducción de residuos, resulta sencillo la minimización de los mismos.

La información fundamental para la planificación de la auditoría comprende los siguientes temas:

- Una plantilla de gestión con las responsabilidades del personal.
- Plano de la instalación, por ejemplo, zonas de almacenamiento de residuos, alcantarillas y zonas de desagüe.
- Breve descripción y organigrama de los procesos productivos. Permiten al equipo auditor la previsión de las sustancias químicas de la empresa.
- Una lista con los principales tipos de residuos generados y las medidas llevadas a cabo en cada uno de ellos.
- Lista y copia de todos los permisos reguladores medioambientales.
- Todos los principales proyectos medioambientales y manuales normativos.
- Información sobre eventuales incumplimientos sucedidos en el pasado.

7.3. PAPEL DEL INGENIERO.

La evacuación final de los residuos sólidos, fangos y contaminantes concentrados separados del agua residual mediante los diversos procesos de tratamiento es uno de los problemas más complejos. Debido a la problemática de la contaminación del aire y de las aguas subterráneas, se está prestando mucha atención a los métodos de eliminación del fango por incineración y por evacuación al terreno y/o vertederos.

Después de ser tratada, el agua residual debe ser evacuada al medio ambiente o reutilizada. El método más común para la evacuación de los efluentes tratados se basa en el vertido y dilución en corrientes, ríos, lagos o mar. Por ello, el papel del ingeniero es fundamental en la elaboración de planes y procesos para el tratamiento, gestión y eliminación de los residuos generados.

A continuación, se detalla la Tabla III el resumen de las principales funciones dentro del proceso:

Tabla III- Resumen principales funciones del ingeniero.

Elemento	Tarea del ingeniero
Origen de las aguas residuales	Estimación de los caudales residuales, evaluación de las técnicas para su reducción y determinación de las características del agua.
Control en origen(pretratamiento)	Proyecto de plantas para el tratamiento parcial de las aguas antes de su vertido a la red de alcantarillado.
Sistema de recogida	Proyecto de redes de alcantarillado para la evacuación del agua residual.
Transporte y bombeo	Proyecto de grandes alcantarillas, estaciones de bombeo y conductos de impulsión para el transporte de las aguas residuales a las plantas de tratamiento para su procesado.
Tratamiento (agua residual y fango)	Selección, análisis y diseño de operaciones y procesos de tratamiento para conseguir unos objetivos específicos de tratamiento relacionados con la eliminación de contaminantes.

Los metales pesados como el aluminio pueden ser vertidos a la red de alcantarillado y producir efectos tóxicos o inhibidores sobre el sistema de tratamiento. Por tanto deberán llevarse a cabo los procesos de pretratamiento necesarios para su eliminación.

7.4. OPERACIONES FÍSICO-QUÍMICAS.

Se conoce como *operaciones unitarias* aquellos métodos de tratamiento en los que predominan los fenómenos físicos, mientras que aquellos métodos en los que la eliminación de los contaminantes se realiza en base a procesos químicos o biológicos se conocen como procesos unitarios.

Éstos se agrupan entre sí para constituir los llamados tratamientos primario, secundario y terciario, donde se producen las operaciones físicas, procesos biológicos y químicos para la eliminación de contaminantes.

Algunos de los procesos físico-químicos para la gestión de los residuos tóxicos generados son los siguientes:

- Stripping por aire→ se mejora la volatilización de los componentes gracias a la acción de una corriente de aire que pasa a través del agua.
- Adsorción por carbón → A través de este proceso, un contaminante soluble es eliminado del agua por contacto con un sólido, que el más utilizado es el carbón activo.
- Oxidación química→ Detoxificación de los residuos por la transformación química de los componentes de los residuos mediante la adición de un agente oxidante.
- Ósmosis inversa→ Un solvente es separado de la disolución mediante la aplicación de una presión mayor que la presión osmótica, forzando el paso del solvente a través de una membrana semipermeable.

7.4.1. Operaciones físicas unitarias.

Son operaciones llevadas a cabo en el tratamiento de aguas residuales en las que los cambios en las características y propiedades del agua se realizan mediante la aplicación de fuerzas físicas.

Las operaciones físicas unitarias comúnmente empleadas son:

Medición de caudales: Debe contener un sensor que determine el flujo y un convertidor que traduce la señal desde el sensor.

Desbaste: Es la primera operación unitaria que tiene lugar. Consta de una rejilla que se utiliza para retener los sólidos gruesos existentes en el agua residual.

Homogeneización de caudales: Es una medida que se emplea para superar los problemas de variaciones tanto del caudal de agua residual como de su concentración.

Mezclado: Podemos distinguir entre mezcla de suspensiones líquidas, mezcla de líquidos miscibles o mezcla de una sustancia con otra.

Sedimentación: Consiste en separar por acción de la gravedad, las partículas suspendidas cuyo peso específico es mayor al del agua.

Flotación: Consiste en separar las partículas sólidas o líquidas de una fase líquida introduciendo finas burbujas de gas, normalmente aire, en la fase líquida, de manera que las partículas ascienden hacia la superficie del líquido.

Filtración en medio granular: Se emplea de manera generalizada para conseguir una mayor eliminación de sólidos en suspensión.

Transferencia de gases: Fenómeno mediante el cual se transfiere gas de una fase a otra, normalmente de la fase gaseosa a la líquida, normalmente el gas es oxígeno.

7.4.2. Operaciones químicas unitarias.

Los procesos empleados en el tratamiento de las aguas residuales en los que las transformaciones se producen mediante reacciones químicas reciben el nombre de procesos químicos unitarios. Éstos se llevan a cabo en combinación con las operaciones descritas anteriormente.

Precipitación química: Consiste en la adición de productos químicos con la finalidad de alterar el estado físico de los sólidos disueltos y en suspensión, facilitando la eliminación por sedimentación. Algunos de los productos químicos utilizados son: sulfato de alúmina, cal, sulfato férrico o cloruro férrico.

Adsorción: Consiste en la captación de sustancias solubles presentes en la interfase de una solución. Esta interfase puede hallarse entre un líquido y un gas, un sólido o entre dos líquidos diferentes. El tratamiento de agua residual con carbón activado suele estar considerado como un proceso de refinado de aguas que ya han recibido un tratamiento biológico normal. El carbón activado se elabora a partir de materiales como cortezas de almendros, nogales o palmeras y carbón mineral;

Este carbón se obtiene calentando el material al rojo vivo para expulsar los hidrocarburos. A continuación, para activarlo, se expone a un gas oxidante a altas temperaturas, formándose una estructura porosa en el carbón favoreciendo la aparición de grandes superficies internas. Tras ello, el carbón se puede separar o dividir en diferentes tamaños con diferentes capacidades de adsorción: carbón activo en polvo y granular. Este último suele utilizarse como relleno en una columna, de manera que el agua residual entra en contacto con el carbón. Es necesario introducir un sistema de lavado en contracorriente.

El carbón activado puede regenerarse y recuperarse una vez agotada su capacidad de adsorción, mediante oxidación de la materia orgánica y posterior eliminación de la superficie del carbón en un horno. En este proceso se destruye parte del carbón y es necesario reemplazarlo por carbón nuevo o virgen.

Desinfección: Consiste en la destrucción selectiva de los organismos que causan enfermedades. Los desinfectantes químicos deben cumplir una serie de requisitos; así, los mayormente utilizados son los compuestos de cloro. Los métodos más empleados para llevar a cabo la desinfección son: agentes químicos, agentes físicos, medios mecánicos y radiación.

Decloración: Consiste en la eliminación de la totalidad del cloro combinado residual presente en el agua después de la cloración para reducir los efectos tóxicos de los efluentes.

7.5. MINIMIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE CONTAMINANTES.

7.5.1. Criterios de minimización.

Se entiende por minimización de residuos la adopción de las medidas organizativas y operativas que permitan disminuir, hasta niveles económica y técnicamente factibles, la cantidad y peligrosidad de los residuos que precisan un tratamiento o eliminación final.

Engloba tanto la reducción en origen como la reutilización (empleo de un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originalmente) y reciclaje (transformación de los residuos para su fin inicial u otros fines) de los residuos. La última opción debe ser el envío de los residuos a instalaciones de tratamiento o eliminación.

La puesta en marcha de medidas de minimización de residuos puede efectuarse de forma sencilla aplicando las “buenas prácticas”, aplicables a todos los tipos de residuos, entre las que destacan las siguientes:

1. Evitar compras de productos en exceso:

Debe informarse al personal encargado de las compras sobre los problemas y costes que acarrea la adquisición de materiales en exceso a pesar de que, normalmente, la compra de productos en grandes cantidades supone la obtención de descuentos en los precios de compra. Hay que tener en cuenta que puede favorecerse con ello la aparición de excedentes y/o productos caducados, que se convierten en residuos y que hay que gestionar como tales con el coste que ello representa.

Además, se debe tener la precaución de utilizar primero los productos más antiguos. Por lo tanto, hay que establecer una política de compras orientada a adquirir la cantidad estrictamente necesaria para la actividad a desarrollar.

Por otro lado, es conveniente la inspección de las especificaciones de los productos que se adquieren, para evitar la compra de productos inapropiados, defectuosos o fuera de especificación.

2. Utilizar sistemas informáticos para el seguimiento de las compras de productos:

El método más eficiente de control de inventarios y de seguimiento de productos consiste en un sistema completamente informatizado que recoja la siguiente información:

- Necesidades de productos.
- Cantidad disponible.
- Fecha de compra y caducidad.

Además, debe proporcionar información sobre donde puede obtenerse un producto concreto, la cantidad específica disponible y su fecha de caducidad.

3. Utilizar productos químicos alternativos de menor peligrosidad:

Debe estudiarse la compra de materiales que generen menos residuos, o de menor peligrosidad. Esto repercutirá positivamente en la seguridad de las personas en contacto con los productos y con los posibles residuos producidos. Por otro lado, la gestión de residuos peligrosos es más cara que la de los no peligrosos y urbanos, e incluso dependiendo de las propiedades de los residuos peligrosos, el coste de la gestión puede variar.

4. Reducir la variedad de productos utilizados:

La estandarización de los materiales, utilizando el menor número posible de productos para un mismo propósito, tiene grandes ventajas, ya que simplifica el control de los inventarios, reduce costes de compra y mantenimiento, mejora el seguimiento y la utilización de los productos, aumenta las posibilidades de reutilización y reciclado y reduce la cantidad de residuos a gestionar.

5. Tener en cuenta la minimización de residuos en la adquisición de equipos e instalaciones nuevos:

El mantenimiento preventivo reduce la cantidad de residuos generados debido a averías y fugas, aumentando además la vida útil de los equipos. Cada vez que se adquiera un equipo o instalación nueva se deberá diseñar su programa de mantenimiento con ayuda del fabricante, consistente en hojas de instrucciones, inspecciones periódicas, historial de los equipos y seguimiento del coste de mantenimiento y de gestión de los residuos producidos.

Cada vez que se adquiriera un equipo o una instalación habrá que considerar aspectos como las necesidades de mantenimiento y limpieza, con sus costes asociados, y la gestión que requerirá la gestión de los residuos asociados a su utilización.

6. Revisar las instrucciones de utilización de los productos:

Los proveedores y fabricantes de los productos poseen la información más detallada acerca de la utilización y almacenamiento de los mismos, por lo que su seguimiento contribuirá a aumentar la vida útil de los productos, evitando además accidentes.

7. Desechar los productos sólo cuando haya finalizado su vida útil:

Es común “tirar” los productos antes de perder totalmente su utilidad, aumentando consecuentemente la producción de residuos.

8. Utilizar recipientes reutilizables:

Se debe evitar la compra de productos, en particular de envases, de “usar y tirar”. Además, los productos deben adquirirse en recipientes y envases del tamaño adecuado ya que es frecuente su utilización en tamaños superiores a los realmente necesarios.

7.5.2. Identificación y segregación.

Debido a que es imprescindible realizar una correcta gestión de los residuos que se generan, la labor inicial debe consistir en una correcta identificación, clasificación y segregación de los mismos.

Los envases contenedores de sustancias peligrosas deben ir etiquetados por el fabricante o proveedor y por el productor de residuos para informar a los usuarios acerca de los riesgos derivados del uso de dichos productos y sobre las medidas preventivas que se deben adoptar para minimizarlos. Dicha información está recogida en su etiqueta y en la ficha de datos de seguridad (FDS), la cual permite al trabajador establecer procedimientos de trabajo seguros y tomar medidas para el control y reducción del riesgo.

Una vez identificados los residuos y los grupos en los que se encuadran, deben segregarse en los envases más adecuados para cada uno de ellos. Todos serán de polietileno de alta densidad homologados y resistentes a la mayoría de productos químicos. La selección del tipo y tamaño del envase se hará en función del estado en que se encuentre el residuo, la producción de mismo y la capacidad de espacio o almacenamiento.

Fichas de datos de seguridad:

La Ficha de Datos de Seguridad (FDS) es también una importante fuente de información complementando la información contenida en la etiqueta y constituye una herramienta de trabajo muy útil, especialmente en el campo de la prevención de riesgos laborales.

Esta ficha debe facilitarse obligatoriamente con la primera entrega de un producto químico peligroso mediante papel, o en formato electrónico, siempre que el destinatario disponga del equipo necesario.

Desde el punto de vista preventivo los objetivos de las FDS son:

1. Proporcionar datos que permitan identificar el producto y al responsable de su comercialización, así como un número de teléfono donde efectuar consultas de emergencia.
2. Informar sobre los riesgos y peligros del producto respecto a inflamabilidad, estabilidad y reactividad, toxicidad, posibles lesiones o daños por inhalación, ingestión o contacto dérmico, primeros auxilios y ecotoxicidad.
3. Formar al usuario del producto sobre comportamiento y características del producto, correcta utilización (manipulación, almacenamiento, eliminación, etc.), controles de exposición, medios de protección (individual o colectiva) a utilizar en el caso de que el control no fuera del todo eficaz o en caso de emergencia, actuaciones a realizar en caso de accidente tales como el uso de extintores adecuados contra incendio, el control y neutralización de derrames, etc.

4. En el caso de los preparados, además se facilitará la relación de sustancias que forman parte de su composición y que son responsables de su peligrosidad, incluyendo la gama de concentraciones.
5. Asimismo, la FDS permite que el usuario establezca sus propios criterios respecto a la peligrosidad de un producto a partir de los datos experimentales (físicoquímicos, toxicológicos y ecotoxicológicos) disponibles. Algunos de ellos son de fácil interpretación, como los que definen el estado físico y las características básicas del producto o los que hacen referencia a su inflamabilidad ya otras propiedades físicoquímicas. Otros son más complejos y precisan de personal especializado, como es el caso de la mayoría de datos toxicológicos y ecotoxicológicos.

Etiquetas.

Los envases contenedores de sustancias peligrosas deben ir etiquetados por el fabricante o proveedor y por el productor de residuos. La etiqueta es la primera información que recibe el usuario y es la que le permite identificar el producto en el momento de su utilización.

Según la normativa actual todo recipiente o envase que contengan residuos peligrosos deberán estar etiquetados de forma clara, legible e indeleble, debiendo figurar en las etiquetas la siguiente información:

- a) Código de identificación de los residuos que contienen, de acuerdo a los grupos de residuos estipulados en la clasificación de residuos elaborada.
- b) Nombre, dirección y teléfono del productor.
- c) Fechas de envasado.
- d) Naturaleza de los riesgos que presentan los residuos.

Operación de trasvase.

Cuando se precise trasvasar un producto químico, cualquiera que sea su naturaleza, desde un contenedor a otro recipiente más pequeño, se llevará a cabo con las debidas precauciones. Si el contenedor original dispone de grifo,

se efectuará por gravedad abriéndolo lentamente. Si no dispusiera de este elemento, se utilizará una bomba de vacío especialmente diseñada para este fin, quedando terminantemente prohibido, succionar con la boca para hacer el vacío a través de un tubo. Una vez trasvasado el producto al recipiente de destino, deberá etiquetarse éste de igual modo que el envase original. Durante el desarrollo de la operación, se hará uso de los equipos de protección individual.

Vertidos de efluentes: parámetros de calidad y legislación aplicable.

Los *parámetros* que tienen importancia en los vertidos de aguas residuales son el oxígeno disuelto, sólidos suspendidos, bacterias, nutrientes, pH y compuestos químicos tóxicos entre los que se encuentran los compuestos orgánicos volátiles. Los sólidos suspendidos pueden provocar turbiedad de la columna de agua y acaban sedimentando en el fondo, pudiendo provocar toxicidad y demanda de oxígeno. La acidez, medida por el pH, afecta al equilibrio químico y ecológico; la presencia de bacterias indica la presencia de otros organismos patógenos.

La *legislación* aplicable que ha de seguirse se detalla a continuación:

- Directiva 91/156/CEE, del 18 de marzo de 1991 relativa a los Residuos.
- Directiva 1999/31/CE, 26 de abril, relativa al Vertido de Residuos, dirigida a limitar el vertido de determinados residuos.
- Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- Decreto 99/2004, de 9 de marzo, por el que se aprueba la revisión del Plan de Gestión de Residuos Peligrosos de Andalucía.

CAPITULO 8: REQUISITOS DE CALIDAD.

8.1 INTRODUCCIÓN.

El proceso de conversión química sobre aleaciones de aluminio es utilizado como una buena protección contra la corrosión y como base para posteriores recubrimientos orgánicos.

Antes de realizar cualquier operación, el personal operador de dicho tratamiento verificará que en la documentación adjunta al material se detalla el proceso a seguir y según qué especificaciones aplicables.

8.2. CONTROL DE PIEZAS TRATADAS.

8.2.1. Película de Conversión Química tipo manual.

Este tipo de aplicación es utilizado normalmente para pequeños retoques o reparaciones.

Antes de la aplicación del producto, se realizará una limpieza manual seguida de un ligero matizado de la superficie con Scotch Britte.

La preparación del producto se realizará en el laboratorio químico de la empresa, por personal cualificado, utilizando la siguiente solución.

DISEÑO DE UNA CADENA DE BAÑOS PARA EL PROCESO DE PELÍCULA DE CONVERSIÓN
QUÍMICA EN PIEZAS CONSTITUIDAS POR ALEACIONES DE ALUMINIO

PRODUCTO	CONCENTRACIÓN	pH	T ^a	TIEMPO
Mezcla de anhídrido crómico y fluosilicato de zinc	66-71 gr/l	1.8-2	20-40 °C	1-5 minutos
	16.8-18 gr/l			
Agua desmineralizada.	RESTO			

El personal del laboratorio preparará de forma quincenal un envase de plástico con la cantidad estimada de producto a utilizar (del que se irá abasteciendo el taller), el cual será analizado diariamente quedando terminantemente prohibido devolver al envase producto una vez haya salido del mismo.

Una vez preparado el producto, deberá dejarse reposar durante al menos una hora antes de su utilización. Además deberá rellenarse la etiqueta con los datos de temperatura, hora, fecha y caducidad; irá pegada sobre el envase, para asegurar que el producto queda desechado a los 15 días. El mismo personal del laboratorio se encargará de retirar el producto caducado.

Para la aplicación de la solución se utilizará una brocha de fibras sintéticas o esponja de celulosa. Habrá que humedecer o empapar uniformemente la superficie a tratar y mantener ésta completamente húmeda hasta la formación de la película de conversión, que es función de la temperatura de la pieza.

La superficie tratada debe quedar de un color amarillento, de lo contrario hay que repetir el proceso completo tantas veces como sea necesario.

Se realizará un enjuague con agua limpia desmineralizada, sobre las zonas tratadas, durante al menos dos minutos. La película se dejará secar al aire o si fuera necesario un secado rápido, aplicar un chorro de aire limpio, seco, filtrado, y caliente (60 °C máximo) a baja presión.

8.2.2. Cumplimentación de las fichas.

- El operador de tratamientos superficiales enumera las fichas por bañada a realizar.
- Se enumerarán las diferentes bañadas de la fecha.
- Anotar la fecha en que se realiza el proceso.
- Se anotarán las horas desde que se introduce la bañada en el primer baño hasta que salen de la estufa de secado.
- Se anotarán los datos de tiempos y temperaturas.
- Diariamente debe comprobarse que la rotura de la película de agua es continua sobre la superficie de las piezas después de cada enjuague.
- Los operadores de procesos superficiales finales con su firma o sello en esta casilla supone la aceptación del tratamiento, en caso de no aceptación por parte del operador o cualquier duda, este se dirigirá inmediatamente a control de procesos especiales.

8.2.3. Control del aire comprimido.

Antes de comenzar la jornada de trabajo, se comprobará la ausencia de contaminación del aire a presión. Para ello se colocará perpendicularmente y a 20-25 cm de distancia de una boca de salida de aire una probeta de 2024 No Clad de 100 x 100 x 1 mm. Dejar que incida el aire durante 15 a 30 segundos sobre el centro de la probeta. Comprobar visualmente la ausencia de agua, aceite o partículas sólidas.

8.3. CONTROL ANALITICO DE BAÑOS.

El control analítico, así como la regeneración de los baños pertenecientes al proceso de Película de Conversión y de las Limpiezas Previas, será realizado por personal del laboratorio. La periodicidad será semanal.

8.3.1. Determinación del PH.

Por medio del pHmetro portátil determinar el pH de una muestra 250 ml. del baño, si se encuentra fuera de los límites aumentar con bicarbonato sódico o disminuir con ácido nítrico.

8.3.2. Determinación del factor de ataque baño de Desoxidado.

- Coger 3 probetas de 25 x 75 x 1mm. de material 2024T3.
- Limpiar las probetas con Metil Etil Cetona.
- Realizar un desengrase.
- Realizar una limpieza alcalina.
- Pesar las probetas. (P_1 , P_2 y P_3)
- Sumergir las probetas en el baño de desoxidado durante 3 minutos.
- Volver a pesar las tres probeta. (P'_1 , P'_2 y P'_3)
- CALCULO: $F = [(P_1 + P_2 + P_3) - (P'_1 + P'_2 + P'_3)] \times 10.666$

8.3.3. Determinación del contenido en jabón en el baño de limpieza alcalina.

El procedimiento para determinar el **contenido** en jabón es el siguiente:

- Se toma una muestra y se deja enfriar a temperatura ambiente.
- Se toman 25 ml y se diluye con 50-60 ml de agua destilada.
- Valorar con HCl 0.1N hasta pH 4

El cálculo a realizar es el siguiente:

$$\text{ml HCl } 0.1\text{N} \times 0.74 = \text{g/l TURCO}$$

8.3.4. Control de la eficacia del proceso.

Aspecto: Se comprobará que sobre la superficie del aluminio se ha producido una tonalidad de color amarillo latón o verdoso iridiscente, aunque no tiene porqué ser uniforme. No es admisible observar zonas de material desnudo.

Ensayo de corrosión acelerada: El ensayo de corrosión acelerada en cámara de niebla salina será realizado mensualmente en laboratorio. Las probetas permanecerán en la cámara de niebla salina 168 horas. Se procesará 5 probetas de material 2024T3 de dimensiones 250 x 75 x 1 mm.

El ensayo será rechazado si se produce alguna de las siguientes circunstancias:

- Aparición de mas de 15 puntos de corrosión de menos de 0,8mm de diámetro en el total de las 5 probetas.
- Aparición de mas de 5 puntos de corrosión de menos de 0,8mm de diámetro en cualquiera de las 5 probetas.

No serán aplicables los puntos de corrosión que aparezcan a menos de 6.4mm de los bordes de las probetas o a menos de 1.6 mm de las identificaciones de estas, taladros o puntos de sujeción.

La decoloración de las probetas tras el ensayo no será motivo de rechazo.

Prueba de rotura de película de agua: Esta prueba será realizada por los operadores cualificados constantemente en cada bañada y detrás de cada enjuague, dando su conformidad. Se comprobará que la película de agua es uniforme y se reúne en forma de lente en los bordes de todas las piezas.

Aspecto y pulverulencia: Esta prueba será realizada por los operadores cualificados en cada bañada dando conformidad.

Adherencia: Mensualmente se realizarán ensayos de adherencia atendiendo a las distintas especificaciones de cliente.

8.3.5. Preparación del baño de Película de Conversión Química para su llenado.

1º: Mezclar de 1 a 1.5% de anhídrido crómico en agua limpia, a una temperatura de 35°C, agitando vigorosamente, a fin de conseguir una total disolución.

2º : Ajustar el pH del baño a 1.9 – 2.1, bien por adición del amoníaco 24ºBé o de ácido nítrico 40ºBé, según si el baño está demasiado alto o bajo respectivamente.

3º : El baño no estará a punto hasta que:

- Haya permanecido 24 horas en reposo y temperatura ambiente.
- Se haya llevado la temperatura del baño a 70 °C y enfriado inmediatamente hasta temperatura ambiente.
- Esto reducirá el pH a 1.7 – 2.0 que es el pH normal de trabajo. Si se da el caso de que se produzcan desviaciones, se corregirá siguiendo los siguientes pasos.

En resumen, el intervalo de actuación de este producto como acabado iridiscente está comprendido entre pH 1.6 y pH 2.2. El límite inferior de 1.6 es útil en aplicaciones cortas de tiempo y el pH 2.2 en grandes tiempos de inmersión. Como pH ideal de utilización puede tomarse el valor de 1.8.

- En soluciones de 1% , para corregir 0.1 de pH hacen falta 25 cc. de NH_3 24°Bé o bien igual cantidad de NO_3H 40°Bé cuando se trata de corregir a la inversa, tomando como patrón de corrección 100 l de baño.
- En soluciones al 1.5%, para corregir 0.1 de pH hacen falta 50 cc. de NH_3 24°Bé o bien 75-100 cc. de NO_3H 40°Bé, por cada 100 l de baño, corrigiendo a la inversa.

Cálculo de la concentración y del contenido de cromo hexavalente (Cr^{6+}):

La concentración y el cromo hexavalente pueden determinarse conjuntamente por una iodometría (Método A), y el cromo hexavalente puede también ser investigado por una permanganimetría (Método B).

• Método A: Iodométricamente.

- Tomar 10 cc. de baño de la disolución e introducirlos en erlenmeyer de 500 cc.
- Diluir con 100-500 cc de agua destilada, acidificar con 10 cc. de ácido sulfúrico al 50% y añadir 2-3 gramos de yoduro potásico cristalizado.
- Tapar el erlenmeyer y agitar hasta total disolución. Si el matraz permanece destapado pueden derivarse pérdidas por sublimación del yodo formado. Dejar actuar durante 10 minutos e ir agitando intermitentemente.
- Valorar con tiosulfato N/10 hasta tonalidad amarillenta, momento en el que se agregan 2 cc. de solución de almidón. Continuar valorando hasta

desaparición del tinte negruzco producido por la adición de almidón. La solución quedará de un color verde oscuro.

A continuación se realizan los cálculos:

a) cc. de tiosulfato sódico N/10 $\times 0.0831 = \% \text{ anhídrido crómico.}$

b) Cc. de tiosulfato sódico N/10 $\times 0.1734 = \text{gr/l de Cr}^{6+}$

El contenido en cromo hexavalente debe oscilar entre 2 y 2.5 gr/l

• Método B: Método del permanganato.

- Tomar 10 cc. de baño, exactamente medidos e introducirlos en el erlenmeyer de 250 cc.
- Diluir con 50-80 cc. de agua destilada, acidificar con 10 cc. de ácido sulfúrico al 50%.
- Añadir 20 cc. de sulfato ferroso amónico con permanganato potásico N/10. Esto representa un excedente de 10 a 15 cc. de la cantidad necesaria para reducir completamente el cromo hexavalente. La solución tomará un color azul-verde, debido a la reducción del cromo al estado trivalente.
- Valorar el exceso de sulfato ferroso-amónico con permanganato potásico N/10 hasta coloración gris violeta estable durante 30 segundos al menos.
- Cálculo:
 $(F_n - P_n) \times 1.734 = \text{gr/l de Cr}^{6+}$

F = cc. de sulfato ferroso-amónico N/10 utilizados
N = normalidad exacta del sulfato ferroso-amónico.
P = cc. de permanganato potásico N/10 utilizados en la valoración.
N = normalidad exacta del permanganato potásico.
- El contenido en cromo hexavalente debe oscilar entre 2 y 2.5.

CAPITULO 9: MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES.

Para que el proceso de Película de Conversión Química resulte productivo y se eviten al máximo los posibles problemas que puedan surgir, es necesario que exista un mantenimiento adecuado de las instalaciones, ya que con ello conseguiremos la máxima vida útil de cada componente y en general de la planta.

Por ello, existen dos tipos de mantenimiento:

- *Mantenimiento de las Instalaciones*, que será llevado a cabo por los propios operarios, considerándose el tiempo empleado como no productivo. Consiste en llevar a cabo el mantenimiento de una serie de aspectos dentro de las instalaciones, como son la limpieza general de la planta, estado de los baños, tuberías, conducciones y la regeneración de los productos químicos en los baños cuando los análisis de las disoluciones lo demanden.

Cada 6 meses se han de renovar por completo las disoluciones contenidas en cada uno de los baños ya que éstos durante el proceso van saturándose de compuestos indeseados.

- *Mantenimiento de los equipos auxiliares*, que será llevado a cabo por el personal cualificado especializado en cada uno de los equipos, con la periodicidad que determina el fabricante. Estos equipos son los compresores, extractor, lavador de gases, puente grúa y pirómetros indicadores-controladores de temperatura.

CAPÍTULO 10: BIBLIOGRAFÍA.

- JM.Coulson; JF.Richardson. -“Ingeniería química. Flujo de fluidos, transmisión de calor y transferencia de materia”. Editorial Reverté, 1988.
- Manuel Vazquez. -“Resistencia de materiales”. Editorial Noelia- Madrid, 1999.
- Raymond, J.Roark; Warren C.Young. -“Formulas for stress and strain”. Editorial Mc Graw-Hill, 1975.
- L.Ortiz Berrocal. -“Resistencia de materiales”. Editorial Mc Graw-Hill, 2007.
- Robert H.Perry and Cecil H.Chilton. -“Chemical Engineers’ Handbook”. Editorial Mc Graw-Hill, 1973.
- Ferdinand. P.Beer; E.Russell; John T.De Wolf. – “Mecánica de materiales”. Editorial Mc Graw-Hill, 2001.
- Crane. -“Flujo de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías”. Editorial Mc Graw-Hill, 1977.
- J.P. Holman. -“Transferencia de calor”. Editorial Mc Graw-Hill, 1999.
- Robert H.Perry, Don W. Green, James O.Maloney. -“Manual del Ingeniero Químico, Volumen III”. Editorial Mc Graw-Hill, 1973
- Michael D.LaGrega; Phillip L.Buckingham; Jeffrey C.Evans. -“Gestión de residuos tóxicos. Tratamiento, eliminación y recuperación de suelos”. Editorial Mc Graw-Hill, 1996.
- Miguel Ferrando Sánchez y Javier Granero Castro. -“Gestión y minimización de residuos”. Editorial FC, 2007.
- Metcalf & Eddy. -“Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización”. Editorial Mc Graw-Hill, 1996.

- Louis Weil. -“Transmisión de Calor”. Editorial Labor, 1996.
- Fundación Napfre. -“Manual de Higiene Industrial”. Editorial Mapfre, 1996.

CAPÍTULO 1: CÁLCULO DE LOS COMPONENTES DE LOS BAÑOS.

1.1 INTRODUCCIÓN.

El diseño de la cadena de los baños que constituyen el proceso Película de Conversión Química es el capítulo fundamental y principal en el que se basa dicho proyecto.

Como se ha comentado anteriormente, todos los baños están contruidos en acero inoxidable AISI-316, todos poseen las mismas dimensiones y la única diferencia entre ellos será el contenido de cada uno así como su disponibilidad o no de sistema de calentamiento, tapas y capotas.

Así, los cálculos que se van a realizar en este bloque, serán para un solo baño, y los datos obtenidos serán utilizados para los 7 restantes del proceso.

Antes de comenzar, se realizan una serie de consideraciones:

- Se dispone de una configuración de perfiles predeterminada, se ha elegido la más factible para esta instalación.
- Como se ha comentado anteriormente en la Memoria Descriptiva, los baños quedarán divididos en pequeñas áreas obtenidas por las uniones entre los elementos longitudinales y transversales y estarán sometidas a una carga uniforme en sus extremos.
- Estas áreas tienen unas dimensiones determinadas, obtenidas en función de las dimensiones de los perfiles de refuerzo y las dimensiones de los baños.

- Estas áreas se considerarán como planchas rectangulares, que dependiendo de su situación en el baño, tendrán dos extremos apoyados y dos empotrados o bien los cuatro extremos empotrados.

1.2. CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA PARED DE LOS BAÑOS.

Uno de los primeros apartados a calcular es el espesor que debe medir la chapa de acero inoxidable de la que están constituidos los baños.

Para ello, como se ha comentado en el apartado anterior, se tomarán las pequeñas secciones en las que están divididos los baños; así, la disposición de la carga en las paredes de los baños viene dada de forma triangular, es decir que la parte superior del baño estará sometido a una menor presión que la parte del fondo del mismo.

De este modo, para el cálculo del espesor de la pared, tomaremos la situación más desfavorable, es decir, tomaremos el área de la zona del fondo del baño.

El fondo del baño estará dividido en tres partes a través de dos vigas de sujeción que los separa, a su vez también dispondrá de una viga a cada uno de los extremos del fondo, a modo de soporte. Así, tendremos dos áreas con dos extremos empotrados y dos apoyados.

Con todo ello, para placas rectangulares, de espesor constante y sometidas a cargas uniformemente repartidas, utilizaremos la siguiente fórmula indicada en la Tabla V del anexo:

$$\sigma_{admisible} = \frac{\beta \cdot P \cdot b^2}{e^2} \longrightarrow e = \sqrt{\frac{\beta \cdot P \cdot b^2}{\sigma_{admisible}}} \quad \text{ecuación 1.1}$$

Donde:

$\sigma_{admisible}$ = tensión máxima admisible del material, kg/cm².

P = presión que ejerce el fluido, kg/cm².

β = coeficiente tabulado.

b = longitud de la plancha considerada en el eje “y”, cm.

e = espesor de la chapa, cm.

A partir de aquí, podemos hallar el espesor de la chapa, pero para ello debemos calcular primero los demás parámetros que a continuación se detallan.

1.2.1. Cálculo de la presión que ejerce el fluido.

Para el cálculo de la presión que ejerce el fluido sobre la chapa, utilizaremos la siguiente expresión:

$$P = \rho \cdot h$$

Donde:

P = Presión que ejerce el fluido sobre la pared del baño, en Kg/m².

ρ = Densidad del fluido, en Kg/m³.

h = Altura del fluido, en m.

Al tratarse de disoluciones acuosas, donde la mayor parte del fluido es agua, y el porcentaje en soluto es bajo, podemos tomar la densidad del fluido como la del agua, es decir, 1000 kg/m³. Sabemos que la altura del líquido será aquella que contenga el baño en su interior, es decir 1,20 m.

Por tanto, la presión ejercida por el fluido será:

$$P = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 1,20 \text{ m} = 1200 \text{ kg/m}^2 = 0,12 \text{ Kg/cm}^2$$

1.2.2. Cálculo de la tensión admisible del material.

Para el cálculo de la tensión admisible, haremos uso de la siguiente expresión:

$$\sigma_{admisible} = \frac{\sigma_{máx.admisible}}{N}$$

Donde N es un coeficiente de seguridad tabulado para acero inoxidable AISI 316, de 1,2, y la $\sigma_{máx.admisible}$ o también llamada resistencia a la fluencia, para aceros inoxidables AISI 316 es de 207 Mpa según Tabla VI en Anexo.

$$\sigma_{máx.admisible} = 207 \text{ Mpa} = 207000 \text{ Pa} / 98.1 = 1210 \text{ Kg/cm}^2.$$

Por tanto:

$$\sigma_{admisible} = \frac{1210}{1,2} = 1758 \text{ Kg/cm}^2$$

1.2.3. Área considerada para el cálculo.

Como hemos comentado anteriormente, la carga estará uniformemente repartida y tomamos como área para el cálculo la situada en el fondo del baño, obtenida a partir de la disposición de los perfiles de refuerzo que están adosados a la chapa.

Así, el área tomada será de 600 mm (que en la Tabla V del Anexo corresponde con "a") por 1333 mm (que en la tabla corresponde a "b").

La relación a/b nos determinará el valor de β según la Tabla I de los anexos:

$$a/b = 2,2 \rightarrow \beta = 0,498$$

Sustituyendo en la ecuación 1.1, obtenemos el espesor:

$$e = \sqrt{\frac{\beta \cdot P \cdot b^2}{\sigma_{admisible}}} \rightarrow e = \sqrt{\frac{0.498 \times 0.12 \times 60^2}{1758}} = 0,32 \text{ cm} = 3,2 \text{ mm} \approx 3 \text{ mm}$$

Por tanto, el espesor necesario para las chapas de acero inoxidable que constituyen los baños debe ser de 3.2 mm, que redondearemos a 3 mm, ya que a la hora de hacer la compra de materiales, resulta una tarea más fácil, por ser un valor estándar en la medida de espesores. Este espesor es el necesario para que el baño sea lo suficientemente resistente a las presiones producidas por los fluidos que contiene en su interior.

1.3. CÁLCULO DE LA FLECHA MÁXIMA DE LA PARED DEL BAÑO.

Una vez conocido el espesor de la plancha de acero, podemos hallar el valor de la flecha máxima gracias a la expresión tomada de la Tabla V de los anexos:

$$F = \frac{\alpha \cdot P \cdot b^4}{E \cdot e^3}$$

En donde:

F = flecha máxima admisible que puede admitir la plancha de 3 mm de espesor, cm.

P = presión que ejerce el fluido, kg/cm².

α = coeficiente tabulado, Tabla V de los Anexos.

b = longitud de la plancha considerada en el eje “y”, cm.

e = espesor de la chapa, cm.

E = Módulo de Young, Kg/cm².

El valor del módulo de Young o límite de elasticidad, es un dato proporcionado por el fabricante del material, en este caso acero inoxidable AISI-316. Dicho valor corresponde a 220 N/mm², o lo que es lo mismo, 2240 Kg/cm².

El resto de los parámetros, son los mismos a los tomados anteriormente, y tomaremos como espesor de la chapa el calculado, de manera que la flecha máxima será:

$$F = \frac{0.0273 \times 0.12 \times 60^4}{2240 \times 3^3} \rightarrow F = 0,7 \text{ cm} = 7 \text{ mm.}$$

1.4. CÁLCULO DE LAS VIGAS DE SUJECCIÓN DE LOS BAÑOS.

Al igual que en el anterior caso, éste cálculo será realizado sólo para uno de los baños, y corresponderá de forma exacta a los ocho restantes.

El espesor de la chapa influirá de forma directa para el cálculo de estas vigas, por lo que se tendrá en cuenta el dato calculado anteriormente así como el resto de parámetros que hemos utilizado, además del área y la disposición geométrica considerada.

Las vigas utilizadas, como se comentó en el bloque de memoria descriptiva, son perfiles IPN-80, de acero inoxidable, y cuya disposición geométrica como refuerzo en las paredes y fondo del baño se ha tomado como la más factible. Se toman este tipo de perfiles por su facilidad en la soldadura y su menor coste frente a otros perfiles.

Calcularemos primero la tensión máxima admisible que deben soportar las vigas. Para ello hacemos uso de la siguiente expresión:

$$\sigma = \frac{M}{W} < 1758 \text{ kg/cm}^2. \quad \text{ecuación 1.4}$$

Donde:

σ = tensión admisible que pueden soportar la viga, kg/cm^2

M = momento que soporta la viga, kg·cm.

W = módulo resistente del conjunto, cm².

Necesitamos hallar tanto el momento que soporta la viga como el módulo resistente, que lo haremos en los dos siguientes apartados, y comprobar que sea menor a la tensión máxima admisible que soporta la chapa de acero AISI-316, calculada anteriormente.

1.4.1. Módulo resistente del conjunto plancha-viga.

Para obtener este dato, hacemos uso de la siguiente expresión, donde “I” es la inercia, que actúa conjuntamente con el módulo resistente “W”, y “d” es la máxima distancia al centro de gravedad del mismo respecto al eje en el que estemos trabajando.

$$W = \frac{I}{d} \quad \text{ecuación 1.4.1}$$

Para poder hallar la inercia del conjunto, haremos uso del *Teorema de los ejes paralelos* para momentos de inercia, en superficies compuestas, que como se ha descrito anteriormente, en este caso está compuesta por una chapa y un perfil de refuerzo. Según dicho teorema, el momento de inercia de un área con respecto a cualquier eje en su plano es igual al momento de inercia con respecto a un eje centroidal paralelo, más el producto del área y el cuadrado de la distancia entre los dos ejes.

$$I_{\text{conjunto}} = I + A \cdot d^2$$

I_{conjunto} = Inercia del conjunto.

I = Inercia de cada elemento, plancha y perfil.

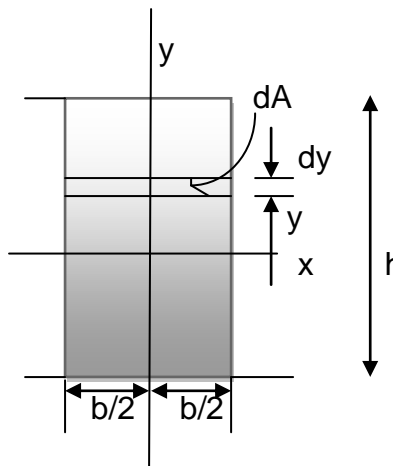
A = Área de cada elemento.

d = distancia al eje centroidal del conjunto.

Esta expresión la podemos desglosar como:

$$I_{conjunto} = [I + A \cdot d^2]_{plancha} + [I + A \cdot d^2]_{perfil}$$

Según bibliografía consultada “Mecánica de materiales”, el momento de inercia en una placa es igual a:



$$I_x = \int_{-h/2}^{h/2} y^2 dA = \int_{-h/2}^{h/2} y^2 b dy = \frac{bh^3}{12}$$

Por tanto, sustituyendo en la expresión anterior:

$$I_{conjunto} = [I + A \cdot d^2]_{plancha} + [I + A \cdot d^2]_{perfil} = \left[\left(\frac{base \cdot h^3}{12} \right) + A \cdot d_1^2 \right] + [I_2 + A \cdot d_2^2]$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Base} = 133,3 \text{ cm.} \\ h = 0,3 \text{ cm.} \\ A_{plancha} = 133,3 \times 0,3 = 40 \text{ cm}^2. \\ d_1 = 0,15 \text{ cm.} \end{array} \right\} \frac{base \cdot h^3}{12} = 0,29 \text{ cm}^4. \left\{ \begin{array}{l} I_{plancha} = 0,29 + 40 \times 0,15^2; \\ I_{plancha} = 1,2 \text{ cm}^4. \end{array} \right.$$

$$\left. \begin{array}{l} I_2 = 77,8 \text{ cm}^4. \\ A_{perfil} = 7,58 \text{ cm}^2. \\ d_2 = 4 \text{ cm.} \end{array} \right\} I_{perfil} = 77,8 + 7,58 \times 4^2 = 199,08 \text{ cm}^4$$

Los datos de “base” y “h” de la plancha son los mismos a los tomados en el capítulo 1, es decir, h corresponde con el espesor de la chapa calculado y la base sería la correspondiente al área de cálculo determinada por los perfiles de sujeción, también hallada en el mismo capítulo.

Con respecto al dato de Inercia del perfil, distancia d_2 y área del mismo, se presentan tabulados en la Tabla VII de los anexos.

Sustituyendo todos estos datos, obtenemos el valor de la inercia del conjunto:

$$I_{\text{conjunto}} = 199,08 + 1,2 = 200,2 \text{ cm}^4.$$

Una vez hallado el valor de la inercia del conjunto, podemos determinar el valor del módulo resistente del conjunto plancha-viga sustituyendo en la ecuación 1.4.1:

$$W = \frac{200,02}{4} = 50,05 \text{ cm}^2$$

1.4.2. Momento que soporta la viga.

Para la determinación de éste segundo parámetro, haremos distinción entre dos tipos de apoyo que tienen las vigas en los baños, ya que influirá directamente sobre los cálculos de los momentos flectores.

Distinguiremos entre:

- Vigas empotradas en un extremo y libre en otro:

Según la disposición que se ha tomado en cada uno de los baños se dispondrá de dos vigas verticales una en cada uno de los laterales del baño, estas vigas serán continuas a lo largo de toda la altura del baño siendo consideradas como empotradas en un extremo y libre en el otro, además están sometidas a una carga uniforme triangular.

La expresión para determinar el momento de inercia es la siguiente:

$$M = \frac{P.L}{6} = \frac{1000 \times 1.2 \times 1.2 \times 0.6 \times 2}{6} = 28800 \text{ Kg}\cdot\text{cm}$$

Donde L es la longitud de la viga, que en este caso es igual a la altura del líquido, P es la presión que ejerce el fluido, que es igual a la densidad del mismo por la altura por la anchura entre vigas y por la mitad del largo del baño.

Una vez conocido el momento que soporta la viga, podemos determinar, junto con el módulo resistente, la tensión máxima que puede soportar el conjunto, sustituyendo en la ecuación 1.4:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{28800}{50.05} = 575,4 \text{ Kg/cm}$$

Podemos comprobar pues que la tensión que debe soportar el conjunto es menor a la tensión máxima admisible, 1758 Kg/cm, calculada en el apartado 1.2.2 del capítulo 1. Por tanto, las vigas dispuestas de manera vertical soportan sin ningún problema el fluido que contiene en su interior.

La elección de estos perfiles ha sido la adecuada, aunque podríamos pensar que por qué no se ha optado por elegir unos perfiles más pequeños, ya que la diferencia de tensiones entre la provocada por el fluido y la resistente del acero, es considerable. La respuesta es fácil: la dificultad de encontrar tabulaciones normalizadas de perfiles más pequeños a los IPN-80. Es por ello que se eligen este tipo de perfiles, aunque a la larga, se considera esta opción más rentable ya que debido a la mayor magnitud de los perfiles, el número de éstos será menor y por tanto el coste económico también lo será.

- Vigas empotradas en ambos extremos:

Las vigas empotradas en ambos extremos son aquellas que están dispuestas de manera horizontal en los baños, y se encuentran tanto en los laterales como en el fondo del baño. Tomamos para realizar el cálculo la situación más desfavorable, que en este caso se produce en el fondo del mismo, debido a la disposición triangular de la carga.

Para ello, podemos determinar el momento a través de la siguiente expresión:

$$M = \frac{P \cdot L}{8} = \frac{1000 \times 1,2 \times 0,6 \times 2 \times 0,3}{8} = 54 \text{ Kg}\cdot\text{m} = 5400 \text{ Kg}\cdot\text{cm}$$

Donde L es la longitud de la viga, que será la misma que el ancho del baño, P es la presión del fluido, que es igual a la densidad del mismo por su altura, la anchura entre vigas y la mitad del ancho del baño.

Así, una vez obtenido dicho valor, podemos determinar la tensión que son capaces de soportar el conjunto plancha-viga sustituyendo los valores del momento y módulo resistente en la ecuación 1.4, comprobando así que el conjunto chapa-viga es capaz de soportar la tensión a la que están sometidos, ya que es menor a la tensión máxima admisible, 1758 Kg/cm, calculada anteriormente en el apartado 1.2.2 del capítulo 1.

$$\sigma = \frac{5400}{50,05} = 107,8 \text{ Kg/cm}$$

Podemos comprobar así con este resultado que las vigas que están dispuestas de forma horizontal o también llamadas longitudinales situadas en el fondo del baño, son capaces de soportar sin ningún tipo de problema la presión que ejerce el fluido en el interior.

Vemos que es relativamente pequeña, debido a que en el fondo del baño, que es la parte tomada como más desfavorable, a pesar de que sólo se coloca un perfil de forma longitudinal, se colocan otros tres de forma transversal, que hace al conjunto chapa-perfil mucho más resistente. Se colocan porque si éstos no existiesen, el conjunto quedaría desequilibrado, descompensado, pudiendo no resistir en su conjunto a la presión sometida, y produciéndose así deformaciones en la chapa que constituyen los baños.

1.5. CÁLCULO DE LOS CORDONES DE SOLDADURA.

Como se ha descrito en la Memoria Descriptiva, los perfiles de refuerzos irán soldados a la chapa mediante soldadura por puntos a lo largo de toda su sección.

El cálculo de dicho cordón es un aspecto crítico y fundamental en el proceso, ya que de él depende el conseguir una buena calidad así como la resistencia de la estructura.

El cálculo del espesor del cordón de soldadura se llevará a cabo según la norma UNE 14035 y DIN 4101.

En ella se indica, que como norma general el espesor máximo del cordón de soldadura no será mayor a 0,7 el espesor máximo a unir, expresándose así de la siguiente manera:

$$a \leq 0,7 e_{\text{mínimo}}$$

de manera que “a” es el cuello de soldadura y “e_{mínimo}” el espesor mínimo a unir.

En nuestro proceso, los espesores a unir serán de 2 mm en el caso de los perfiles y 3 mm en el caso de la chapa del baño.

Así, en la Tabla, se muestran los máximos espesores de los cordones de soldadura que se podrán utilizar a la hora de soldar los baños.

CAPÍTULO 2: CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DE LAS TAPAS.

La cadena de baños del proceso de Película de Conversión Química posee una serie de tapas, de accionamiento hidráulico, que actúan evitando que se produzcan emisiones de vapores tóxicos hacia el exterior, poniendo en peligro la salud del operario y el medioambiente.

A su vez, también hacen que no se produzcan contaminaciones en los baños al pasar la canasta con las piezas de uno a otro durante el proceso, puesto que es inevitable que caigan esas pequeñas gotitas, de las diferentes disoluciones, impregnadas en las piezas que contienen la canasta.

Cada uno de los baños irá provisto de dos tapas, fabricadas en acero inoxidable AISI 316, de 2 mm de espesor, provistas en su interior de tres perfiles de refuerzo, también de acero inoxidable AISI 316, de 2 mm de espesor, soldados a la chapa en su interior.

Las dimensiones de los perfiles serán de 50 x 50 x 360 mm.

Las dimensiones de las tapas serán de 52 x 360 x 4000 mm.

CAPÍTULO 3: CÁLCULO DEL CAUDAL DE AIRE NECESARIO PARA LA AGITACIÓN DE LOS BAÑOS.

Todos los baños que componen la cadena de Película de Conversión Química poseen un sistema de agitación en su interior.

Es necesario que exista este sistema para que las disoluciones estén homogeneizadas en el interior de los baños, y no se produzcan así posibles depósitos de soluto en el fondo de los mismos debido a las diferencias de densidades, proporcionando ineficacia en el proceso.

Esta agitación se consigue gracias a la soplante, que envía aire limpio y seco hacia cada uno de los baños, ascendiendo en forma de burbujas a través de los orificios que contienen la tubería en el fondo del baño.

Es necesario realizar el cálculo del caudal de aire necesario para agitación de los ocho baños y a partir de éste, se elegirá la soplante con las características que más se adecúen a este sistema.

Según bibliografía consultada “Manual del ingeniero químico”, se establece que los baños del proceso deben poseer una velocidad de agitación de aire de 12 m³/h por m² de superficie de baño para producir una agitación de tipo moderada. La superficie de cada uno de los baños es de 2,4 m², por tanto el caudal de aire necesario para cada uno de los baños será:

$$Q_{\text{un baño}} = V \cdot S = 12 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 2,4 \text{ m}^2 = 28,8 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Si se tienen en cuenta las distancias hasta la soplante, la distancia entre cada uno de los baños, las dimensiones de los mismos y los accesorios que intervienen, las pérdidas de carga van a ser muy elevadas, con lo que se decide colocar una soplante para cada cuatro baños, de manera que el cálculo lo realizaremos para un baño y se multiplicará por cuatro para determinar la soplante necesaria a colocar. Para los otros cuatro baños, la soplante será igual a ésta.

La tubería a utilizar será de 1^{1/2} pulgadas de diámetro nominal. Una sección más pequeña podría provocar obstrucciones debido a posibles depósitos y además las pérdidas de carga serían mayores debido a la mayor velocidad que debería llevar el aire para obtener el mismo caudal.

Una vez determinado el caudal necesario para la completa homogeneización de los baños, debemos calcular las pérdidas de carga que se producen en el mismo.

El flujo de fluidos en tuberías está siempre acompañado de rozamiento de las partículas del fluido entre sí y consecuentemente por la pérdida de presión. Así, con la ecuación de Euler- Bernouilli calculamos las pérdidas de carga del sistema:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{V_1^2}{2 \cdot g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{V_2^2}{2 \cdot g} + h$$

Donde:

Z= Altura o elevación potencial sobre el nivel de referencia, en metros.

P= Presión, en Pascales.

V= velocidad media del flujo, en m/min.

ρ = densidad del fluido, en kg/m³.

g= aceleración de la gravedad, 9,81 m/s²

h= pérdida de carga debido al flujo de fluido, en metros de columna de fluido.

Esta expresión podemos simplificarla considerando que $Z_1 = Z_2$ y $V_1 = V_2$ en dos puntos determinados de la tubería, por lo que la ecuación queda reducida a:

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot h \quad \text{ecuación 3.1}$$

Donde ΔP es el incremento de presión, medido en Pascales y el resto de parámetros los indicados anteriormente.

Para determinar la pérdida de carga, hacemos uso de la ecuación de Darcy:

$$h = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} + \sum K \cdot \frac{V^2}{2g} = \left(f \cdot \frac{L}{D} + \sum K \right) \cdot \frac{V^2}{2g} \quad \text{ecuación 3.2}$$

Donde:

h = pérdida de carga, en metros.

K = coeficiente de resistencia de los accesorios. $K = (k_1 + k_2)$.

K_1 = coeficiente de resistencia equivalente a la tubería.

K_2 = coeficiente de resistencia de los accesorios.

V = velocidad del aire en el interior del fluido, en m/s.

g = gravedad específica, en m/s^2 .

Pasamos a hallar cada uno de los parámetros.

3.1. CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DEL AIRE.

Para determinar la velocidad que debe llevar el aire de agitación para dos baños, hacemos uso del caudal de aire inicialmente hallado, multiplicado por dos, así como la sección de la tubería:

$$V_{aire} = \frac{Q_{compresor}}{S_{tubería}} = \frac{28,8 \text{ m}^3/h}{\pi \cdot 0,02^2 \text{ m}^2} = 23040 \text{ m/h} = 6,6 \text{ m/s}$$

3.2. CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES K_1 Y K_2 .

Para poder determinar dichos coeficientes, definiremos los accesorios que van en el sistema formado por la soplante y los baños.

3.2.1. Cálculo del coeficiente K_1 .

Para este cálculo, utilizamos la siguiente expresión:

$$K_1 = ft \cdot \frac{L}{\phi}$$

Donde:

ft = factor de fricción.

L = Longitud de la tubería, en metros.

Φ = diámetro de la tubería, en metros.

Consultando la Tabla IX de los Anexos, el valor del factor de fricción para tuberías de 1^{1/2} de pulgada de diámetro es de 0,021.

Por tanto, el valor de K_1 será de:

$$K_1 = 0.021 \cdot 28/0,04 = 14,7$$

3.2.2. Cálculo del coeficiente K_2 .

Para cada uno de los baños que participan en el sistema de agitación, el conjunto de accesorios estará formado por 4 codos de 90°, 1 te, 1 válvula de corte de flujo y 1 válvula antirretorno.

Las expresiones para hallar cada uno de los coeficientes son tomadas según bibliografía:

- 4 codos de 90° → $K = 30 \cdot ft \rightarrow K_{4 \text{ codos}} = 30 \times 0,021 \times 4 = 2,52$.
- 1 Te → $K = 60 \cdot ft \rightarrow K = 60 \times 0,021 = 1,26$.
- 1 válvula de corte de flujo → $K = 3 \cdot ft \rightarrow K = 3 \times 0,021 = 0,063$.
- 1 válvula antirretorno → $K = 40 \cdot ft \rightarrow K = 40 \times 0,021 = 0,84$.

Por tanto, $K_2 = 4,68$. $K_1 + K_2 = 14,7 + 4,68 = 19,4$.

Una vez obtenido el valor del coeficiente K, sustituimos en la ecuación 3.2 y obtenemos así la pérdida de carga:

$$h = \left(f \cdot \frac{L}{D} + \sum K \right) \cdot \frac{v^2}{2g} = 75,7\text{m.}$$

De esta manera, podemos obtener la caída de presión que experimentará el sistema formado por el compresor y los baños:

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot h = 1,29 \times 9,8 \times 75,7 = 957 \text{ Pascales} = 9,57 \text{ mb.}$$

Para poder determinar la presión que debe ejercer la soplante, además de ésta caída de presión calculada, se debe de tener en cuenta que la tubería que impulsa el aire tiene una columna de disolución por encima de ella, de un máximo de 1,20 metros, por lo que hay que calcular la caída de presión que ello supone.

Consideramos que las disoluciones están formadas por agua, ya que la concentración en soluto es realmente baja y así podemos simplificar los cálculos al de un solo baño.

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot h = 1000 \times 9,8 \times 1,2 = 11760 \text{ Pa} = 117,6 \text{ mb.}$$

Así, la pérdida de presión del sistema total será de 127,2 mbares, teniendo en cuenta que la soplante proporcionará aire para cuatro baños, ésta deberá suministrar **508,8 mbares** de presión para un caudal de **115,2 m³/h**.

Por tanto, éstas son las características que han de tener las dos soplantes que forman parte del sistema de agitación.

CAPÍTULO 4: CÁLCULO DE LA ASPIRACIÓN DE LOS BAÑOS.

En este proceso de protección superficial, se hace uso de diferentes disoluciones, que al estar sometidas a calentamiento, emiten vapores y gases altamente tóxicos. Para evitar que entren en contacto con el operario que maneja la cadena de baños, se hace uso de una serie de capotas, dispuestas en los laterales de cada baño, sobre las que se depositan las tapas.

Dichas capotas contienen una serie de ranuras rectangulares por las que son aspirados los vapores, que pasarán a un extractor de gases para ser tratados y eliminados correctamente hacia el exterior.

Se ha de calcular primero el caudal de gases que debe extraerse de cada uno de los baños. Por ello hay que tomar un valor de “velocidad de captura”, parámetro tabulado, en la Tabla X de los Anexos, cuyo valor variará en función de las condiciones de dispersión del contaminante, su toxicidad y velocidad de generación.

Tomaremos como valor 1 m/s, que corresponde con unas condiciones de dispersión a baja velocidad en aire en movimiento moderado.

Por otro lado, se han de conocer también las dimensiones de las ranuras de aspiración que existen en cada una de las capotas.

Para obtener una adecuada eficacia, las dimensiones de las ranuras deben ser tal que la altura y la longitud sea menor o igual a 0,2, por lo que tomaremos un total de 6 ranuras en cada capota de cada baño, con un total de 12 ranuras por cada baño. Las dimensiones de cada una de ellas serán de 190 x 20 mm.

Para realizar los respectivos cálculos, vamos a suponer que la pérdida de carga a lo largo de todo el conducto que se dispone desde la salida de cada baño hasta el extractor es constante, siendo el conducto de sección tubular, por su menor pérdida de carga. Ese conducto tendrá forma cónica a lo largo de su longitud, de manera que su diámetro será mayor cuanto más nos acerquemos al extractor.

Para determinar el caudal de extracción necesario en una de las rendijas, hacemos uso de la siguiente expresión:

$$Q \text{ (m}^3/\text{s)} = 2,8 \times V \times L \times Y$$

Donde:

V= Velocidad de captación, igual a 1 m/s

L= Longitud de la rendija, igual a 0,19 m.

Y= máxima distancia desde la ranura al punto más lejano de generación de contaminantes, es decir, hasta la mitad del baño. Luego es igual a 0,3 m.

Sustituyendo en la expresión se obtiene un caudal de:

$$Q_{\text{extracción rendija}} = 2,8 \times 1 \times 0,19 \times 0,3 = 0,16 \text{ m}^3/\text{s} = 574,5 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Lo multiplicamos por el número total de rendijas:

$$Q_{\text{extracción baño}} = 574,5 \text{ m}^3/\text{h} \times 12 = 6894,7 \text{ m}^3/\text{h}.$$

A su vez, lo debemos multiplicar por el número de baños que están integrados en el sistema de extracción, que son todos menos los de enjuague, es decir, 4 baños:

$$Q_{\text{extracción total}} = 6894,7 \text{ m}^3/\text{h} \times 4 = 27578,8 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Una vez determinado el caudal de extracción en la rendija, podemos hallar la velocidad de aspiración necesaria en cada una de ellas, por lo que al hacer el cálculo de la conducción, hay que tener en cuenta que nunca se debe de llegar a una velocidad menor que ésta en cada una de las rendijas, ya que dicha velocidad es la necesaria para que los contaminantes de los 4 baños que contienen aspiración, sean extraídos en condiciones.

Para hallar la velocidad, hacemos uso del caudal y la sección de la rendija:

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{0,16}{0,19 \times 0,02} = 42,1 \text{ m/s}$$

Debido a la disposición de la tubería que constituye el sistema de extracción, hemos de calcular la sección de la misma por tramos.

Así, comenzaremos por el tramo de mayor sección en la tubería (tramo 1-2), que será aquel que lleve todo el caudal total de gases extraídos, por tanto el más grande dimensionalmente y el más cercano al absorbedor.

Conocemos el caudal y la velocidad recomendada según bibliografía, es de 25 m/s, por lo que podemos determinar la sección de este tramo:

$$Q_{1-2} = \frac{Q}{v} = \frac{27578,8 \text{ m}^3/\text{h}}{90000 \text{ m/h}} = 0,3 \text{ m}^2$$

Una vez conocida la sección y mediante la Tabla XI de los Anexos, podemos determinar el diámetro equivalente para una sección rectangular. Utilizaremos siempre conductos cilíndricos, ya que su pérdida de carga es menor que en los rectangulares.

En este caso, para una sección de $0,3 \text{ m}^2$, el valor del diámetro es de 598 mm.

Con el dato del diámetro equivalente y el caudal total calculado anteriormente, podemos determinar mediante la Tabla XII del Anexo la pérdida de carga unitaria que se mantendrá constante a lo largo de todo el conducto. Para un caudal de $27578,8 \text{ m}^3/\text{h}$ y un diámetro equivalente de 598 mm, la pérdida de carga será de 1,2 mm c.d.a., que se mantendrá constante a lo largo de todo el sistema.

Conocemos el valor del caudal de extracción que se produce en cada baño, $6894,7 \text{ m}^3/\text{h}$, calculado anteriormente. Por tanto, conociendo la pérdida de carga y el caudal de aspiración en la sección siguiente de la conducción, se calcula el diámetro equivalente mediante la Tabla XII.

A su vez, con el valor de diámetro equivalente, podemos determinar las dimensiones rectangulares mediante la Tabla XI; Hallaremos así la sección en el siguiente tramo y su velocidad.

Por ejemplo, para la sección mayor, 1-2, los valores ya calculados son:

Caudal= 27578,8 m³/h.

Diámetro= 598 mm.

Pérdida de carga (se mantiene constante)=1,2 mm c.d.a.

Velocidad= 25 m/s.

Para la sección 2-3, los valores serán:

Caudal= 27578,8m³/h - 6894,7m³/h = 20684,1 m³/h.

Diámetro= 520 mm.

Sección= 0,8 x 0,3 = 0,24 m².

Velocidad = 20684,1/0,24 = 24 m/s.

Sucesivamente se irá calculando para cada uno de los tramos, de manera que conseguiremos dimensionar el conducto de aspiración para los 4 baños. Los resultados obtenidos para cada uno de los tramos de la conducción se muestran en la Tabla XIII de los Anexos.

Por tanto, en el conducto donde van situadas las ranuras, circula un caudal de 3444,8 m³/h, por cada lado del baño. Este conducto ha de ser rectangular, para que vaya acorde con la geometría del baño.

Como calculamos anteriormente, la velocidad en cada ranura es de 42,1 m/s. Con estos dos datos podemos hallar la sección del conducto rectangular:

$$S_{conducto} = \frac{3444,8}{42,1 \times 3600} = 0,023 \text{ m}^2$$

Este conducto en el que se sitúan las ranuras de aspiración son las denominadas capotas, y tendrán una sección de 0,023 m².

Una capota de 200 mm de ancho y 115 mm de alto da una sección suficiente para mantener esta velocidad. Al final del conducto, la altura del mismo disminuirá hasta 90 mm para que la absorción sea más eficaz.

Una vez que hemos calculado y dimensionado todos los conductos que unen los baños con el absorbedor de gases así como la pérdida de carga unitaria, se determinará la pérdida de carga total, que es la suma de la pérdida de carga unitaria y la pérdida de carga producida por los diferentes accesorios que intervienen.

Para ello, utilizamos la siguiente expresión:

$$\Delta P_{Total} = L \cdot P_{unitaria} + \Delta P_{accesorios}$$

Siendo:

ΔP_{Total} = Pérdida de carga total de toda la instalación.

L = Longitud de la conducción.

La pérdida de carga en la tubería se calculó anteriormente y se obtuvo 1,2 mm de c.d.a. Teniendo en cuenta que la longitud de la tubería son 20 metros:

$$L \cdot P_{unitaria} = 20 \times 1,2 = 24 \text{ mm de c. d. a.}$$

Para calcular la pérdida de carga provocada por los accesorios se utiliza la siguiente expresión:

$$\Delta P_{accesorios} = f \cdot \left(\frac{v}{4,04} \right)^2$$

Donde:

f = factor de fricción de cada accesorio.

v = velocidad en el tramo de tubería.

Para conocer el factor de fricción de cada accesorio, utilizamos la Tabla XIV de los Anexos.

Así, sustituyendo en la expresión, se obtienen las pérdidas de carga, que se reflejan en la Tabla XV de los Anexos.

La pérdida de carga total será la suma de ésta y la producida en la tubería:

$$\Delta P_{\text{Total}} = 24 + 94 = 118 \text{ mm.c.d.a.}$$

A este valor hay que sumarle la pérdida de carga unitaria, calculada anteriormente, y que se produce en el absorbedor, es decir 1,2 mm.c.d.a.

$$\Delta P_{\text{Total}} = 119,2 \text{ mm.c.d.a.}$$

Por tanto, para poder realizar una correcta extracción de los gases emitidos en este sistema de aspiración, se necesita un extractor que proporcione un caudal de extracción de **27578,8 m³/h** y una pérdida de carga de **119,2 mm.c.d.a.**

CAPÍTULO 5: CÁLCULO DE LAS RESISTENCIAS DE CALENTAMIENTO.

Algunos de los baños que constituyen el proceso de protección, en concreto el baño de Desengrase, Limpieza Alcalina, Limpieza Ácida y Película de Conversión Química, necesitan de un aporte calorífico para elevar su temperatura. Por ello se introducirán en los baños una serie de resistencias calefactoras que variarán en potencia en función del calor específico del fluido que lo contiene así como la temperatura que ha de alcanzar.

5.1. BAÑO DE DESENGRASE.

Este primer baño contiene una disolución de detergentes biodegradables con agua desmineralizada; necesita trabajar a una temperatura comprendida entre 55°C y 70°C. Así, el calor necesario para el calentamiento del baño se determinará a partir de datos proporcionados por las características físicas de la mezcla de sales que contiene la disolución. Este valor dividido por el tiempo necesario de ejecución en esta etapa, nos proporcionará la potencia necesaria que debe tener la resistencia.

Este baño posee un recubrimiento de lana de roca, por lo que consideramos que no se producen pérdidas de calor en él. En el apartado de este bloque de cálculos, realizaremos el cálculo de la efectividad de la lana de roca en los baños que la contienen.

A continuación, hallaremos el calor suministrado en este baño. Utilizaremos la siguiente expresión:

$$Q_{\text{suministrado por la resistencia}} = m_{\text{Disolución}} \cdot C_{p\text{Disolución}} \cdot \Delta T_{\text{Disolución}}$$

$$m_{\text{Disolución}} = \rho_{\text{Disolución}} \cdot V_{\text{Disolución}}$$

Donde:

$m_{\text{Disolución}}$ = masa de la disolución en estado líquido, Kg.

$\rho_{\text{Disolución}}$ = densidad de la disolución, Kg/m³.

$V_{\text{Disolución}}$ = volumen de la disolución, m³.

C_p = Calor específico de la disolución, J/Kg·K.

ΔT = incremento de temperatura de la disolución.

Sustituyendo en la expresión:

$$m_{\text{Disolución}} = \rho_{\text{Disolución}} \cdot V_{\text{Disolución}} = 1060 \text{ Kg/m}^3 \times (0,6 \times 1,2 \times 4)\text{m}^3 = 3052,8\text{Kg}.$$

$$Q = 3052,8 \text{ Kg} \times 4010 \text{ J/Kg} \cdot \text{K} \times (333-298)\text{K} = 428460480 \text{ J}.$$

Obtenemos el calor necesario para que el baño que contiene la disolución alcance la temperatura deseada. Este calor lo podemos transformar en potencia dividiéndolo por el tiempo que ha de transcurrir para el calentamiento del baño.

$$P = 428460480 \text{ J} / 3600\text{s} = 119016,8 \text{ W} = 119 \text{ KW}.$$

$$P = 428460480 \text{ J} / 7200\text{s} = 59508,4 \text{ W} = 59,5 \text{ KW}.$$

$$P = 428460480 \text{ J} / 10800\text{s} = 39672,2 \text{ W} = 39,6 \text{ KW}.$$

$$P = 428460480 \text{ J} / 14400\text{s} = 29754,2 \text{ W} = 29 \text{ KW}.$$

Por tanto, para el calentamiento del baño en 4 horas es necesaria una potencia de 29 KW. Se ha optado por elegir dos resistencias, de 12000 W cada una, dispuestas en la parte frontal y trasera del baño, de tal manera que en un tiempo aproximado de 4 horas quedará calentada la disolución que lo contiene. Las características de las resistencias quedarán detalladas en el capítulo correspondiente de la Memoria Descriptiva.

5.2. BAÑO DE LIMPIEZA ALCALINA.

Como comentamos en la memoria descriptiva, este baño necesita trabajar a una temperatura comprendida entre los 49°C y 60°C, y su concentración ha de estar comprendida entre 40 y 60 gr/l. Así, el calor necesario para el calentamiento del baño se determinará a partir de datos proporcionados por las características físicas de la mezcla de sales que contiene la disolución. Este valor dividido por el tiempo necesario de ejecución en esta etapa, nos proporcionará la potencia necesaria que debe tener la resistencia.

Este baño posee un recubrimiento de lana de roca, por lo que consideramos que no se producen pérdidas de calor en él. En el apartado de este bloque de cálculos, realizaremos el cálculo de la efectividad de la lana de roca en los baños que la contienen.

A continuación, hallaremos el calor suministrado en este baño. Utilizaremos la misma expresión que en el caso anterior:

$$Q_{\text{suministrado por la resistencia}} = m_{\text{Disolución}} \cdot C_{p\text{Disolución}} \cdot \Delta T_{\text{Disolución}}$$

$$m_{\text{Disolución}} = \rho_{\text{Disolución}} \cdot V_{\text{Disolución}}$$

Sustituyendo en la expresión:

$$m_{\text{Disolución}} = \rho_{\text{Disolución}} \cdot V_{\text{Disolución}} = 1028,9 \text{ Kg/m}^3 \times (0,6 \times 1,2 \times 4)\text{m}^3 = 2963,2 \text{ Kg.}$$

$$Q = 2963,2 \text{ Kg} \times 4080 \text{ J/Kg}\cdot\text{K} \times (328-298)\text{K} = 362695680 \text{ J.}$$

Obtenemos el calor necesario para que el baño que contiene la disolución alcance la temperatura deseada. Este calor lo podemos transformar en potencia dividiéndolo por el tiempo que ha de transcurrir para el calentamiento del baño.

$$P = 362695680 \text{ J} / 3600\text{s} = 100748,8 \text{ W} = 100,7 \text{ KW.}$$

$$P = 362695680 \text{ J} / 7200\text{s} = 50374,4 \text{ W} = 50,3\text{KW.}$$

$$P = 362695680 \text{ J} / 10800 \text{ s} = 33583 \text{ W} = 33,5 \text{ KW}.$$

$$P = 362695680 \text{ J} / 14400 \text{ s} = 25187,2 \text{ W} = 25 \text{ KW}.$$

Por tanto, para el calentamiento del baño en 4 horas es necesaria una potencia de 25 KW. Después de analizar las diferentes resistencias que podemos encontrar en el mercado, nos hemos decantado por dos resistencias de 12000 W cada una, dispuestas una en la parte frontal del baño y otra en la parte trasera. Las características de ellas vendrán determinadas en el capítulo correspondiente de la Memoria Descriptiva.

5.3. BAÑO DE LIMPIEZA ÁCIDA O DESOXIDADO.

La disolución contenida en este baño debe alcanzar una temperatura entre 21°C y 35°C. Para hallar el calor que hay que suministrar al interior del baño, hacemos uso de datos físicos de la disolución que contiene. Este valor dividido por el tiempo de calentamiento del mismo, nos da la potencia necesaria de la resistencia a tomar.

Al igual que en el caso anterior, consideramos que no existen pérdidas de calor gracias a la capa de lana de roca que contiene, que actúa como aislante.

La expresión que utilizamos es la misma que en el caso anterior:

$$Q_{\text{suministrado por la resistencia}} = m_{\text{Disolución}} \cdot C_{p\text{Disolución}} \cdot \Delta T_{\text{Disolución}}.$$

$$m = \rho \cdot V = 1188,3 \text{ Kg/m}^3 \times (0,6 \times 1,2 \times 4) \text{ m}^3 = 3422,3 \text{ Kg}.$$

$$Q = 3422,3 \text{ Kg} \times 4005 \text{ J/Kg} \cdot \text{K} \times (308-298) \text{ K} = 137063115 \text{ J}.$$

Obtenemos el calor necesario para que el baño que contiene la disolución alcance la temperatura deseada. Este calor lo podemos transformar en potencia dividiéndolo por el tiempo que ha de transcurrir para el calentamiento del baño.

$$P = 137063115 \text{ J} / 3600\text{s} = 38073 \text{ W} = 38 \text{ KW.}$$

$$P = 137063115 \text{ J} / 7200\text{s} = 19036,5 \text{ W} = 19 \text{ KW.}$$

$$P = 137063115 \text{ J} / 10800\text{s} = 12691 \text{ W} = 12 \text{ KW.}$$

Por tanto, para el calentamiento del baño en 3 horas es necesaria una potencia de 12 KW. Por tanto, una vez realizados los cálculos, se elige incorporar a este baño dos resistencias calefactoras de 5700 W cada una, de manera que el calentamiento se llevará a cabo en un tiempo aproximado de 3 horas. Las características de las resistencias están en el capítulo correspondiente de la Memoria Descriptiva.

5.4. BAÑO DE PELÍCULA DE CONVERSIÓN QUÍMICA.

Este baño necesita alcanzar una temperatura de operación comprendida entre 21°C y 35°C. Durante los meses de verano, no será necesario suministrarle ningún tipo de aporte calorífico al baño, ya que la temperatura ambiente de la zona estará comprendida en este intervalo. Por tanto, haremos uso de la resistencia sólo en los períodos en los que la temperatura sea menor al mínimo exigido. Hemos de tener en cuenta que esta cadena de baños se encuentra situada en una zona de temperatura cálida durante prácticamente todo el año.

Para determinar la cantidad de calor que hay que suministrar a este baño, utilizaremos como en los casos anteriores la expresión:

$$Q_{\text{suministrado por la resistencia}} = m_{\text{Disolución}} \cdot C_{p\text{Disolución}} \cdot \Delta T_{\text{Disolución}}$$

Donde gracias a las propiedades físicas del producto que utilizamos, podemos hallar el valor de “m”.

$$m = \rho \cdot V = 1000,5 \text{ Kg/m}^3 \times (0,6 \times 1,2 \times 4) \text{ m}^3 = 2881,4 \text{ Kg.}$$

$$Q = 2881,4 \text{ Kg} \times 4100 \text{ J/Kg} \cdot \text{K} \times (308-298)\text{K} = 118137400 \text{ J.}$$

Obtenemos el calor necesario para que el baño que contiene la disolución alcance la temperatura deseada. Este calor lo podemos transformar en potencia dividiéndolo por el tiempo que ha de transcurrir para el calentamiento del baño.

$$P = 118137400 \text{ J} / 3600\text{s} = 32816 \text{ W} = 32 \text{ KW.}$$

$$P = 118137400 \text{ J} / 7200\text{s} = 16408 \text{ W} = 16,4 \text{ KW.}$$

$$P = 118137400 \text{ J} / 10800\text{s} = 10938,6 \text{ W} = 10 \text{ KW.}$$

Por tanto, para el calentamiento del baño en 3 horas es necesaria una potencia de 10 KW. Viendo las opciones que ofrece el mercado a la hora de escoger entre las diferentes resistencias calefactoras para líquidos, nos hemos decantado por dos resistencias de 5700 W, una irá colocada en la parte frontal del baño y la otra en la parte trasera, por lo que el total del baño será calentado por una potencia total de 11400 W, necesaria para calentar la disolución de Película de Conversión Química en un tiempo algo menor a 3 horas.

Las características de las resistencias quedan reflejadas en el capítulo correspondiente de la Memoria Descriptiva.

CAPÍTULO 6: CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CALOR EN LOS BAÑOS.

Como hemos descrito en el capítulo anterior, en nuestro proceso existen determinados baños que necesitan de aporte calorífico en su interior; es en estos casos donde se necesita que se aíslen térmicamente, nos sólo para evitar pérdidas energéticas, sino también para que el operario que trabaja con ellos no sufra ningún accidente. El calor que se suministra tiende a ser disipado por el aire que rodea al baño y por ello, si no se colocase aislante, existirían pérdidas muy significativas. Además, las temperaturas de operación de alguno de los baños pueden alcanzar los 80 °C, lo que supone un riesgo de quemadura para toda persona que trabaje cerca. La temperatura exterior del baño no debe superar los 35 °C para evitar riesgos.

Para ello, utilizamos *lana de roca*, un aislante térmico que se caracteriza por su baja conductividad térmica y su alta resistencia térmica, es incombustible e imputrescible. Además, por el Ph de la composición, 7 aproximadamente, asegura a la fibra una estabilidad total, garantiza la no existencia de corrosión de los metales que están en contacto con ella, lo que asegura un aislamiento adecuado.

Como comentamos en la memoria descriptiva, utilizaremos un espesor de lana de 80 mm, de manera que se colocará rellenando los huecos que existen entre los perfiles de refuerzo y las chapas interior y exterior de acero inoxidable.

Para determinar las pérdidas de calor, hacemos uso de la siguiente expresión:

$$Q = U.A.\Delta T$$

Donde:

Q = Cantidad de calor, en W.

U = Coeficiente global de transmisión de calor, en W/m² °C.

A = Área de intercambio, en m².

ΔT = Incremento de temperatura, en °C.

Como se ha descrito anteriormente, la capa de lana de roca se encuentra situada entre placas de acero inoxidable de diferentes espesores y conductividades, tanto en las paredes como en el fondo de los baños. Así, haciendo el recorrido desde el interior del baño hacia el exterior, nos encontraremos en primer lugar con una chapa de acero inoxidable AISI-316, de 3 mm de espesor, a continuación una capa de lana de vidrio, de 80 mm de espesor, y por último, en la parte más externa, se encuentra otra chapa de acero inoxidable AISI-316, de 1 mm de espesor.

Para poder hallar el flujo de calor por convección que se produce entre el líquido y el material que lo rodea, supondremos que la temperatura interior de la pared del baño es la misma que la del líquido que lo contiene, por lo que no se tendrá en cuenta el coeficiente de transmisión de calor por convección (U) del líquido a la pared interior.

Despejando de la ecuación anterior, podemos hallar el flujo de calor a través de la superficie completa que rodea al baño mediante la siguiente expresión:

$$\frac{Q}{A} = \frac{T_{INT} - T_{EXT}}{\frac{e_1}{K_{CHAPA\ INT}} + \frac{e_2}{K_{LANA\ ROCA}} + \frac{e_3}{K_{CHAPA\ EXT}} + \frac{1}{h_{ext\ (aire)}}$$

Siendo:

Q/A = Velocidad de flujo de calor por unidad de superficie, en W/m².

T_{INT} = Temperatura del líquido, en K.

T_{EXT} = Temperatura en el exterior del baño, en K.

K = Conductividad térmica, en $\text{W/m}\cdot\text{K}$.

e = Espesor de cada uno de los materiales, en m.

h_{EXT} = Coeficiente de transmisión de calor exterior, en $\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$.

A = Área de intercambio de calor, en m^2 .

En el denominador, el primer término representa la resistencia por conducción debido a la pared del baño; el segundo término es la resistencia por conducción debido al aislante; el tercer término la resistencia por conducción debido al recubrimiento del baño y el último término corresponde a la resistencia a la convección por el aire.

Para conocer el área de intercambio, calcularemos por un lado el área de las paredes y por otro el de la parte inferior y superior.

$$A_{\text{paredes}} = (4 \times 1,2) \times 2 = 9,6 \text{ m}^2.$$

$$A_{\text{fondo y alto}} = (0,6 \times 1,2) \times 2 = 1,44 \text{ m}^2.$$

$$A_{\text{total}} = 9,6 + 1,44 = 11,04 \text{ m}^2.$$

Así, para determinar la efectividad energética de la capa de lana de roca, hay que calcular el flujo de calor que habría en el caso de que no existiera dicho aislante, y a partir de ahí, calcularemos la eficacia del aislante utilizado. Para ello utilizamos la siguiente expresión:

$$\phi = \frac{Q_{\text{SIN AISLANTE}} - Q_{\text{CON AISLANTE}}}{Q_{\text{SIN AISLANTE}}}$$

Realizamos el cálculo para cada uno de los baños que contiene la capa de aislante.

6.1. BAÑO DE DESENGRASE.

Los datos que vamos a utilizar para sustituir en la ecuación anterior, son los siguientes:

$$T_{\text{INT}} = T_{\text{LÍQUIDO}} = 65^{\circ}\text{C} = 338 \text{ K.}$$

$$T_{\text{EXT}} = T_{\text{AIRE}} = 25^{\circ}\text{C} = 298 \text{ K.}$$

$$K_{\text{CHAPA INT-EXT}} = \text{Conductividad térmica del acero AISI 316} = 13,5 \text{ W/m}\cdot\text{K.}$$

$$e_{\text{CHAPA INT}} = \text{espesor de la chapa de acero AISI 316 interior} = 3 \text{ mm} = 0,003 \text{ m.}$$

$$K_{\text{LANA ROCA}} = \text{Conductividad térmica de la capa de lana de vidrio} = 0,041 \text{ W/m}\cdot\text{K.}$$

$$e_{\text{LANA ROCA}} = \text{espesor de la capa de lana de vidrio} = 0,08 \text{ m.}$$

$$e_{\text{CHAPA EXT}} = \text{Espesor de la chapa de acero AISI 316 exterior} = 1 \text{ mm} = 0,001 \text{ m.}$$

$$h_{\text{EXT}} = \text{Coeficiente de transmisión de calor exterior} = 8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

$$A = \text{Área de intercambio de calor} = 11,04 \text{ m}^2.$$

Sustituyendo estos valores en la ecuación anterior:

$$\frac{Q}{A} = \frac{338 - 298}{\frac{0,003}{13,5} + \frac{0,08}{0,041} + \frac{0,001}{13,5} + \frac{1}{8}} = 19,26 \text{ W/m}^2$$

$$Q_{\text{con aislante}} = 2,72 \times 11,04 = 212,6 \text{ W.}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{338 - 298}{\frac{0,003}{13,5} + \frac{1}{8}} = 319,5 \text{ W/m}^2$$

$$Q_{\text{sin aislante}} = 3527,3 \text{ W.}$$

Con estos datos podemos hallar la eficacia de la capa de lana de roca utilizada mediante la expresión descrita anteriormente.

$$\Phi_{\text{Desengrase}} = 93\%$$

Con los mismos datos utilizados en el baño de desengrase, exceptuando los de temperatura del líquido que irá variando, calcularemos la eficacia en cada uno de los siguientes baños. Como se realizarán de la misma manera, expondremos los datos y resultados directamente.

6.2. BAÑO DE LIMPIEZA ALCALINA.

Para este baño los valores que vamos a utilizar son los que se detallan a continuación:

$$T_{INT} = 328 \text{ K.}$$

$$T_{EXT} = 298 \text{ K.}$$

$$h_{EXT} = 8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K.}$$

$$A = 11,04 \text{ m}^2.$$

$$e_1 = 0,003 \text{ m.}$$

$$e_2 = 0,6 \text{ m.}$$

$$e_3 = 0,001 \text{ m.}$$

$$K_{CHAPAS} = 13,5 \text{ W/m} \cdot \text{K.}$$

$$K_{LANA \text{ ROCA}} = 0,041 \text{ W/m} \cdot \text{K.}$$

Sustituyendo en la ecuación se obtiene:

$$Q_{\text{con aislante}} = 159,5 \text{ W.}$$

$$Q_{\text{sin aislante}} = 2645,2 \text{ W.}$$

Sustituyendo, podemos obtener la eficiencia del aislante en el baño de limpieza alcalina:

$$\Phi_{\text{Limpieza alcalina}} = 92\%$$

6.3. BAÑO DE LIMPIEZA ÁCIDA.

Los datos que vamos a utilizar para el cálculo en este baño son los siguientes:

$$T_{\text{INT}} = 303 \text{ K.}$$

$$T_{\text{EXT}} = 298 \text{ K.}$$

$$h_{\text{EXT}} = 8 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{K.}$$

$$A = 11,04 \text{ m}^2.$$

$$e_1 = 0,003 \text{ m.}$$

$$e_2 = 0,6 \text{ m.}$$

$$e_3 = 0,001 \text{ m.}$$

$$K_{\text{CHAPAS}} = 13,5 \text{ W/m} \cdot \text{K.}$$

$$K_{\text{LANA ROCA}} = 0,041 \text{ W/m} \cdot \text{K.}$$

Sustituyendo en la ecuación obtenemos:

$$Q_{\text{con aislante}} = 2,4 \text{ W.}$$

$$Q_{\text{sin aislante}} = 441,6 \text{ W.}$$

Sustituyendo, podemos obtener la eficiencia del aislante en el baño de limpieza ácida:

$$\Phi = 94\%$$

6.4. BAÑO DE PELÍCULA DE CONVERSIÓN QUÍMICA.

Los datos que vamos a utilizar para el cálculo en este baño son los siguientes:

$$T_{\text{INT}} = 303 \text{ K.}$$

$$T_{\text{EXT}} = 298 \text{ K.}$$

$$h_{\text{EXT}} = 8 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{K.}$$

$$A = 11,04 \text{ m}^2.$$

$$e_1 = 0,003 \text{ m.}$$

$$e_2 = 0,6 \text{ m.}$$

$$e_3 = 0,001 \text{ m.}$$

$$K_{\text{CHAPAS}} = 13,5 \text{ W/m} \cdot \text{K.}$$

$$K_{\text{LANA ROCA}} = 0,041 \text{ W/m} \cdot \text{K.}$$

Sustituyendo en la ecuación obtenemos:

$$Q_{\text{con aislante}} = 2,4 \text{ W.}$$

$$Q_{\text{sin aislante}} = 441,6 \text{ W.}$$

Sustituyendo, podemos obtener la eficiencia del aislante en el baño de película de conversión química:

$$\Phi = 94\%$$

Podemos observar que en todos los baños que contienen capa de lana de roca, los porcentajes de eficacia de aislamiento térmico son altos y prácticamente iguales en todos. Por tanto podemos decir que dispondremos de una instalación segura en el sentido de que ninguna persona que esté trabajando en contacto con los baños va a tener peligro de quemarse y además se está generando un gran ahorro energético debido a que el calor no se está disipando.

CAPÍTULO 7: CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DEL FOSO DE CONTENCIÓN.

Los ocho baños que constituyen el proceso de Película de Conversión Química están ubicados en un foso de contención, para recoger posibles fugas que se produzcan en los baños, derrames provocados por el operario, así como los goteos que se producen al pasar la canasta por encima de cada baño.

Este foso tendrá unas dimensiones de 8,5 metros de largo por 4,9 metros de ancho, lo que hace un total de $41,8 \text{ m}^2$. A esta área hay que restarle la ocupación de los baños, que teniendo en cuenta sus dimensiones exteriores y el número de baños que son, será de 13 m^2 , por lo que quedará un área alrededor del baño de $28,8 \text{ m}^2$. Teniendo en cuenta que el foso tendrá una altura de 0,2 m, el volumen del mismo será $5,76 \text{ m}^3$.

Con este volumen, el foso podría dar cabida a 2 baños, de manera que con estas dimensiones se está asegurado frente a cualquier accidente que pudiera ocurrir.

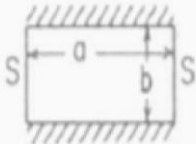
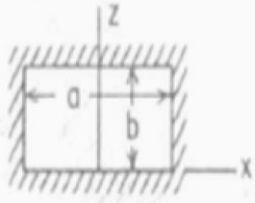
Este foso irá construido en hormigón e irá cubierto en su superficie por una rendija de acero inoxidable AISI 316, de 0,6 m de ancho, para evitar corrosiones debido a los compuestos con los que se está trabajando. Esta rendija servirá de pasarela alrededor de los baños.

DISEÑO DE UNA CADENA DE BAÑOS PARA EL PROCESO DE PELÍCULA DE CONVERSIÓN QUÍMICA
EN PIEZAS CONSTITUIDAS POR ALEACIONES DE ALUMINIO

Tabla IV- Resumen de las operaciones en la cadena de baños del proceso.

Designación	Composición química	Material del baño	Tª	Tiempo proceso	Resistencias calefactoras	Agitación	Extracción	Tapas y capotas
Desengrase	Detergentes biodegradables	Acero inoxidable AISI-316+ aislante lana de roca	55-70 °C	14 min	2 x 12 KW	Sí	Sí	Sí
Limpieza Alcalina	Silicofluoruro Sódico	Acero inoxidable AISI-316+ aislante lana de roca	49-60 °C	10-15 min	2 x 12 KW	Sí	Sí	Sí
Enjuagues	Agua desmineralizada y agua de red	Acero inoxidable AISI-316	ambiente	3 min	no	Sí	No	No
Limpieza Ácida	Fluosilicato Sódico, Dicromato Sódico y Ácido Nítrico	Acero inoxidable AISI-316+ aislante lana de roca	21-36 °C	1-10 min	2 x 5,7 KW	Sí	Sí	Sí
Película de Conversión Química	Anhídrido Crómico y Fluosilicato de Zinc	Acero inoxidable AISI-316+ aislante lana de roca	21-35 °C	3-6 min	2 x 5,7 KW	Sí	Sí	Sí

Tabla V- Valores tabulados para una placa rectangular sometida a una carga uniformemente repartida.

6. Rectangular plate, two long edges fixed, two short edges simply supported	6a. Uniform over entire plate	(At center of long edges) $\text{Max } \sigma = \frac{-\beta q b^2}{t^2}$ (At center) $\text{Max } y = \frac{-\alpha q b^4}{Et^3}$																																
		<table><tr><td>a/b</td><td>1</td><td>1.2</td><td>1.4</td><td>1.6</td><td>1.8</td><td>2</td><td>∞</td></tr><tr><td>β</td><td>0.4182</td><td>0.4626</td><td>0.4860</td><td>0.4968</td><td>0.4971</td><td>0.4973</td><td>0.500</td></tr><tr><td>α</td><td>0.0210</td><td>0.0243</td><td>0.0262</td><td>0.0273</td><td>0.0280</td><td>0.0283</td><td>0.0285</td></tr></table>	a/b	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2	∞	β	0.4182	0.4626	0.4860	0.4968	0.4971	0.4973	0.500	α	0.0210	0.0243	0.0262	0.0273	0.0280	0.0283	0.0285								
a/b	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2	∞																											
β	0.4182	0.4626	0.4860	0.4968	0.4971	0.4973	0.500																											
α	0.0210	0.0243	0.0262	0.0273	0.0280	0.0283	0.0285																											
8. Rectangular plate, all edges fixed	8a. Uniform over entire plate	(At center of long edge) $\text{Max } \sigma = \frac{-\beta_1 q b^2}{t^2}$ (At center) $\sigma = \frac{\beta_2 q b^2}{t^2}$ and $\text{max } y = \frac{\alpha q b^4}{Et^3}$																																
		<table><tr><td>a/b</td><td>1.0</td><td>1.2</td><td>1.4</td><td>1.6</td><td>1.8</td><td>2.0</td><td>∞</td></tr><tr><td>β_1</td><td>0.3078</td><td>0.3834</td><td>0.4356</td><td>0.4680</td><td>0.4872</td><td>0.4974</td><td>0.5000</td></tr><tr><td>β_2</td><td>0.1386</td><td>0.1794</td><td>0.2094</td><td>0.2286</td><td>0.2406</td><td>0.2472</td><td>0.2500</td></tr><tr><td>α</td><td>0.0138</td><td>0.0188</td><td>0.0226</td><td>0.0251</td><td>0.0267</td><td>0.0277</td><td>0.0284</td></tr></table>	a/b	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	∞	β_1	0.3078	0.3834	0.4356	0.4680	0.4872	0.4974	0.5000	β_2	0.1386	0.1794	0.2094	0.2286	0.2406	0.2472	0.2500	α	0.0138	0.0188	0.0226	0.0251	0.0267	0.0277	0.0284
a/b	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	∞																											
β_1	0.3078	0.3834	0.4356	0.4680	0.4872	0.4974	0.5000																											
β_2	0.1386	0.1794	0.2094	0.2286	0.2406	0.2472	0.2500																											
α	0.0138	0.0188	0.0226	0.0251	0.0267	0.0277	0.0284																											

Formulas for stress and strain.- Raymond, J.Roark; Warren C.Young. Ed Mc Graw-Hill.

DISEÑO DE UNA CADENA DE BAÑOS PARA EL PROCESO DE PELÍCULA DE CONVERSIÓN QUÍMICA
EN PIEZAS CONSTITUIDAS POR ALEACIONES DE ALUMINIO

Tabla VI- Propiedades de los materiales ferrosos.

	Densidad (Kg/m ³)	Módulo de elasticidad (Gpa)	Resistencia a la fluencia (Mpa)	Resistencia a la rotura (Mpa)	Ductilidad	Coefficiente de Poisson	Conductividad térmica (w/m°C)	Coefficiente de dilatación (°C)-1 10 ⁻⁶
Fundición	7870	207	130	260	45	29	80	11.8
Fundición gris	7150	variable	---	125	--	variable	46	10.8
Fundición nodular	7120	165	275	415	18	0.28	33	11.8
Fundición maleable	7200	172	220	345	10	0.26	51	11.9
Acero AISI 1020	7860	207	295	395	37	0.30	52	11.7
Acero AISI 1040	7850	207	350	520	30	0.30	52	11.3
Acero AISI 1080	7840	207	380	615	25	0.30	48	11.0
Acero AISI 446	7500	200	345	552	20	0.30	21	10.4
Acero AISI 316	800	193	207	552	60	0.30	16	16.0
Acero AISI 410	7800	200	275	483	30	0.30	25	9.9

Diseño en Ingeniería Mecánica, J.E. Shigley y C.R. Mischke, Ed. McGraw Hill.

DISEÑO DE UNA CADENA DE BAÑOS PARA EL PROCESO DE PELÍCULA DE CONVERSIÓN QUÍMICA EN PIEZAS CONSTITUIDAS POR ALEACIONES DE ALUMINIO

Tabla VII- Características de los perfiles IPN . Resistencia de Materiales, L.Ortiz Berrocal, Ed Mc Graw-Hill.

A = Área de la sección
 I = Momento de inercia
 W = Módulo resistente
 $i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ = Radio de giro
 S_x = Momento estático de media sección
 $L_x = \frac{I_x}{S_x}$ = Distancia entre los centros de compresión y tracción
 η = Rendimiento
 u = Superficie lateral por metro lineal

IPN	Dimensiones (mm)						Sección A cm ²	Peso P kg/m	Referido al eje x-x			Referido al eje y-y			w mm	w_1 mm	\varnothing mm	e_2 mm	S_x cm ³	s_x cm	$\eta = \frac{W_x}{P}$	u m ² /m
	h	b	$e = r$	e_1	r_1	h_1			I_x cm ⁴	W_x cm ³	I_x cm	I_y cm ⁴	W_y cm ³	$I_y = I$ cm								
80	80	42	3,9	5,9	2,3	59	7,58	5,95	77,8	19,5	3,20	6,29	3,00	0,91	22	10	—	4,43	11,4	6,84	3,28	0,304
100	100	50	4,5	6,8	2,7	75	10,6	8,32	171	34,2	4,01	12,2	4,88	1,07	28	12	—	5,05	19,9	8,57	4,11	0,370
120	120	58	5,1	7,7	3,1	92	14,2	11,1	328	54,7	4,81	21,5	7,41	1,23	32	14	—	5,67	31,8	10,3	4,91	0,439
140	140	66	5,7	8,6	3,4	109	18,3	14,4	573	81,9	5,61	35,2	10,7	1,40	34	16	—	6,29	47,7	12,0	5,70	0,502
160	160	74	6,3	9,5	3,8	125	22,8	17,9	935	117	6,40	54,7	14,8	1,55	40	18	11	6,91	68,0	13,7	6,54	0,575
180	180	82	6,9	10,4	4,1	142	27,9	21,9	1,450	161	7,20	81,3	19,8	1,71	44	19	13	7,53	93,4	15,5	7,35	0,640
200	200	90	7,5	11,3	4,5	159	33,5	26,3	2,140	214	8,00	117	26,0	1,87	48	22	13	8,15	125	17,2	8,14	0,709
220	220	98	8,1	12,2	4,9	175	39,6	31,1	3,060	278	8,80	162	33,1	2,02	52	23	13	8,77	162	18,9	8,94	0,775
240	240	106	8,7	13,1	5,2	192	46,1	36,2	4,250	354	9,59	221	41,7	2,20	56	25	17	9,39	206	20,6	9,78	0,844
260	260	113	9,4	14,1	5,6	208	53,4	41,9	5,740	442	10,4	288	51,0	2,32	60	27,5	17	10,15	257	22,3	10,5	0,906
280	280	119	10,1	15,2	6,1	225	61,1	48,0	7,590	542	11,1	364	61,2	2,45	62	28,5	17	11,04	316	24,0	11,3	0,966
300	300	125	10,8	16,2	6,5	241	69,1	54,2	9,800	653	11,9	451	72,2	2,56	64	30,5	21	11,83	381	25,7	12,0	1,030
320	320	131	11,5	17,3	6,9	257	77,8	61,1	12,510	782	12,7	555	84,7	2,67	70	30,5	21	12,72	457	27,4	12,8	1,091
340	340	137	12,2	18,3	7,3	274	86,8	68,1	15,700	923	13,5	674	98,4	2,80	74	31,5	21	13,51	540	29,1	13,6	1,152
360	360	143	13,0	19,5	7,8	290	97,1	76,2	19,610	1,090	14,2	818	114	2,90	76	34,5	23	14,50	638	30,7	14,3	1,208
380	380	149	13,7	20,5	8,2	306	107	84,0	24,010	1,260	15,0	975	131	3,02	82	34,5	23	15,29	741	32,4	15,1	1,266
400	400	155	14,4	21,6	8,6	323	118	92,6	29,210	1,460	15,7	1,160	149	3,13	86	35,5	23	16,18	857	34,1	15,8	1,330
450	450	170	16,2	24,3	9,7	363	147	115	45,850	2,040	17,7	1,730	203	3,43	94	39	25	18,35	1,200	38,3	17,7	1,478
500	500	185	18,0	27,0	10,8	404	180	141	68,740	2,750	19,6	2,480	268	3,72	100	42,5	28	20,53	1,620	42,4	19,5	1,626
550	550	200	19,0	30,0	11,9	444	213	167	99,180	3,610	21,6	3,490	349	4,02	110	45	28	23,00	2,120	46,8	21,6	1,797
600	600	215	21,6	32,4	13,0	485	254	199	139,000	4,630	23,4	4,670	434	4,30	120	47,5	28	24,88	2,730	50,9	23,2	1,924

Tabla VIII- Espesores de soldadura.

e plancha (mm)	a (mm)
1.8	1,26
2	1,4
3	2,1

Tabla IX- Factor de fricción para tuberías comerciales, nuevas, de acero, con flujo en la zona total de turbulencia.

Diámetro nominal	mm	15	20	25	32	40	50	65,8	100
	pulg	1/2	¾	1	1 ^{1/4}	1 ^{1/2}	2	2 ^{1/2} ,3	4
Factor de fricción		0,027	0,025	0,023	0,022	0,021	0,019	0,018	0,017

Flujos de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías- Crane. Ed Mc Graw-Hill.

Tabla X- Valores recomendados para la Velocidad de Captura.

Ranuras y campanas		
Condiciones de dispersión del contaminante	Ejemplos	Velocidad de captura* (m/s)
Liberación con velocidad prácticamente nula en aire quieto	Evaporación, desengrase	0.25-0.50
Liberación a baja velocidad en aire en movimiento moderado	Soldadura, baños electrolíticos, decapado	0.50-1.00
Generación activa en una zona de rápido movimiento de aire	Aplicación aerográfica de pinturas.	1.00-2.50
Liberación con alta velocidad inicial en una zona de movimiento de aire muy rápido	Pulido y operaciones de abrasión en general	2.50-10.0

*Se adoptan valores en la zona inferior o superior de cada intervalo, según los siguientes criterios:

Inferior

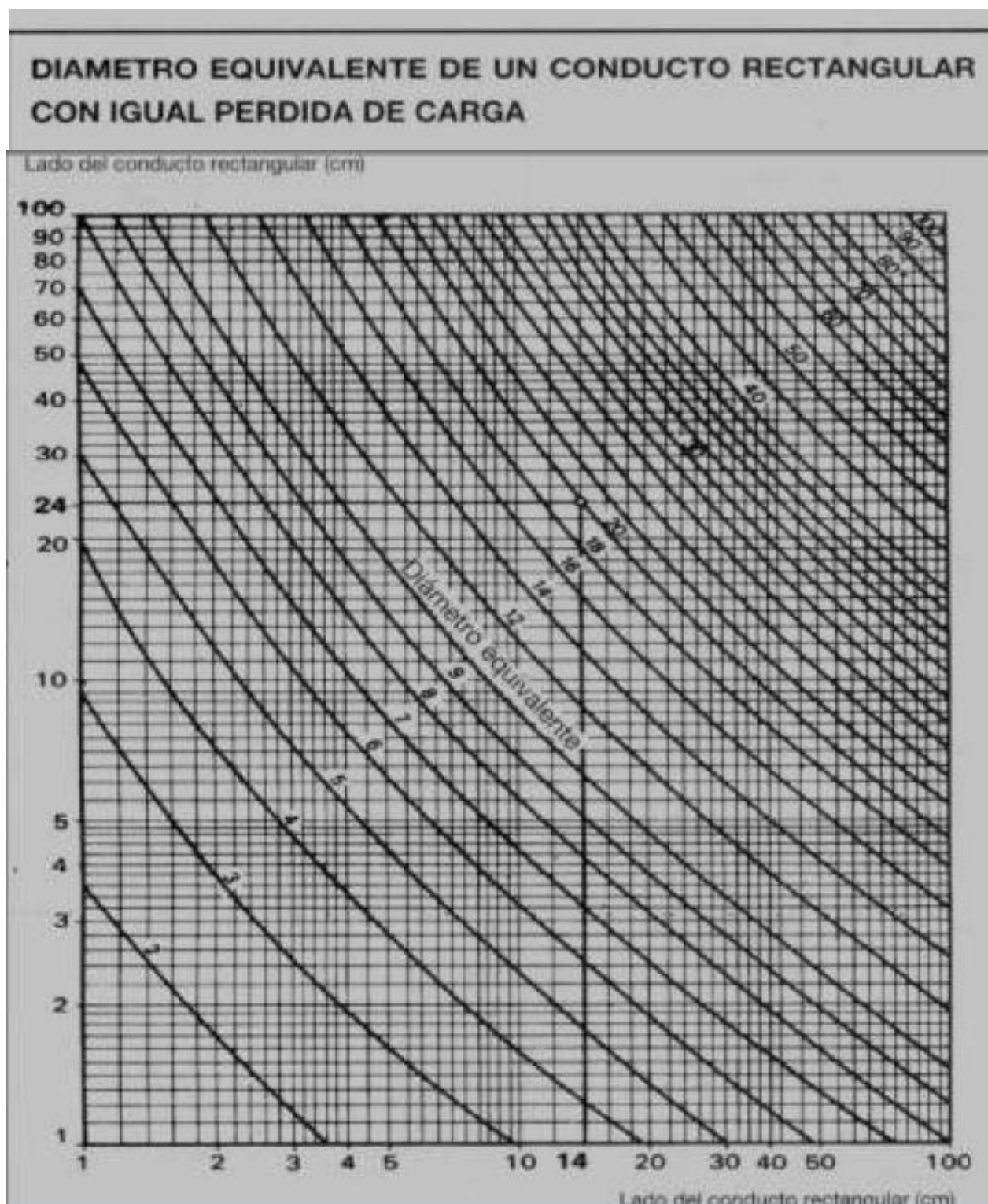
1. Pocas corrientes de aire en el local.
2. Contaminantes de baja toxicidad.
3. Intermitencia de las operaciones.
4. Campanas grandes y caudales elevados.

Superior

1. Corrientes turbulentas en el local.
2. Contaminantes de alta toxicidad.
3. Operaciones continuas.
4. Campanas de pequeño tamaño.

Manual de Higiene Industrial, Ed Fundación MAPFRE.

Tabla XI- Diámetro equivalente en los conductos rectangulares.



Catálogo General, Soler and Pau.

DISEÑO DE UNA CADENA DE BAÑOS PARA EL PROCESO DE PELÍCULA DE CONVERSIÓN QUÍMICA
EN PIEZAS CONSTITUIDAS POR ALEACIONES DE ALUMINIO

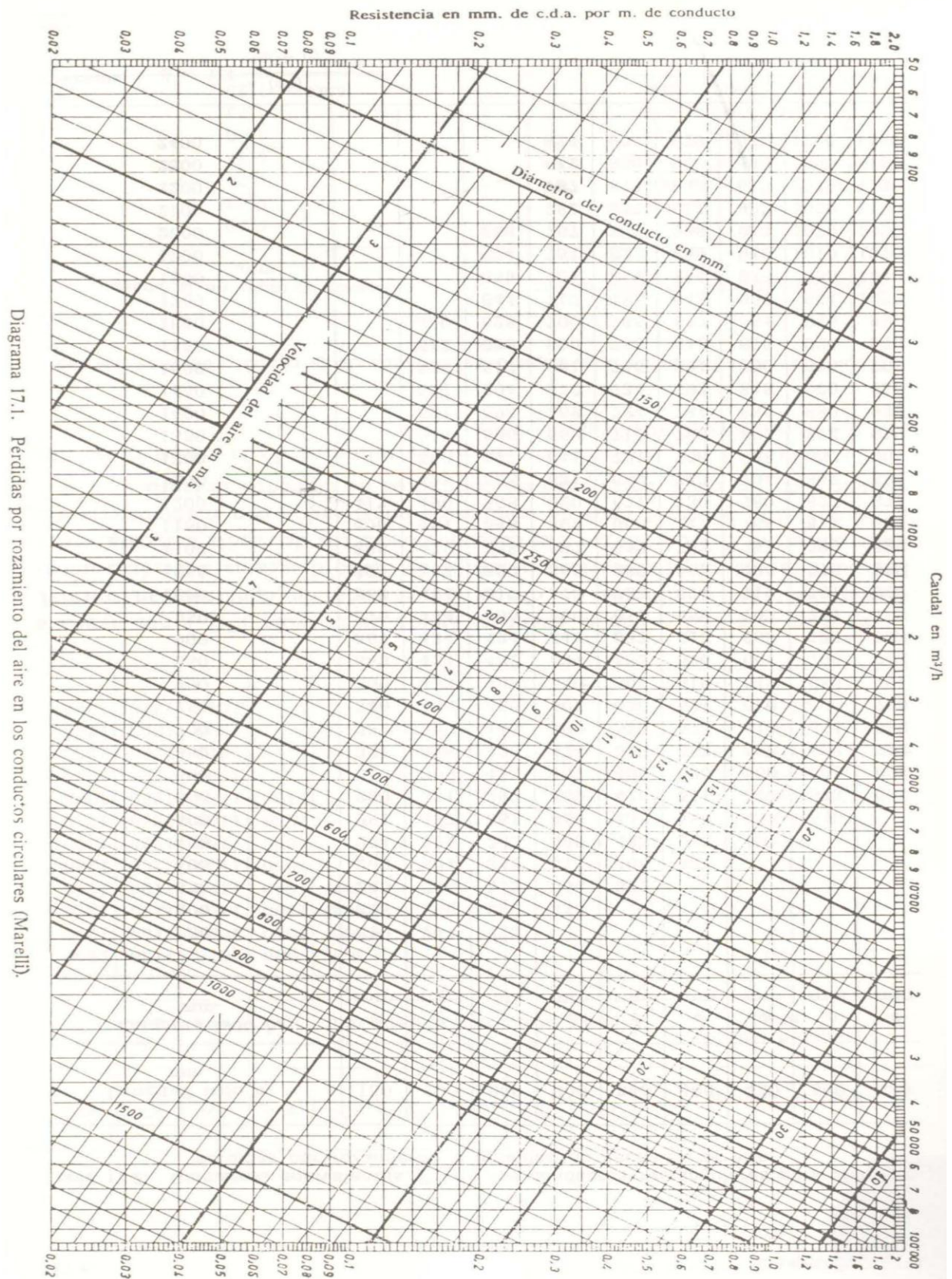
Tabla 17.2 Diámetros equivalentes ϕ^1 de los conductos rectangulares para idénticas pérdidas por rozamiento e igualdad de caudales de aire

Longitud lado a , mm.	150	200	250	300	350	400	450	500	550
Longitud lado b , mm.	ϕ mm	ϕ mm	ϕ mm	ϕ mm	ϕ mm	ϕ mm	ϕ mm	ϕ mm	ϕ mm
250	210	244	273						
300	228	266	299	328					
350	245	286	322	354	362				
400	260	304	343	371	408	437			
450	274	321	363	399	433	463	491		
500	287	337	381	426	455	488	518	546	
550	299	351	397	439	476	511	543	573	601
600	310	365	413	457	496	533	566	598	628
650	321	378	428	474	515	553	588	622	658
700	331	390	443	490	533	573	610	644	688
750	340	402	456	505	550	591	630	666	700
800	350	413	469	520	566	610	649	686	721
850	359	424	482	534	582	626	667	706	743
900	367	434	494	548	583	643	685	725	763
950	375	444	505	560	611	658	702	744	783
1000	383	454	517	573	625	674	719	761	802
1050	391	463	527	586	639	689	735	778	820
1100	398	472	538	597	652	703	755	795	838
1150	406	481	548	609	665	717	765	811	855
1200	413	490	558	620	677	730	780	827	871
1250		498	568	631	689	743	794	842	887
1300		506	577	641	701	756	808	857	904
1350		514	586	652	712	769	822	872	919
1400		521	595	662	724	781	835	880	934
1450		531	604	672	734	793	848	900	955
1500		536	612	681	745	804	860	913	963
1550		543	620	690	755	816	872	926	979
1600		550	628	700	765	827	884	940	991
1700			644	717	785	848	908	964	1020
1800			659	734	804	869	936	988	1040
1900			674	751	822	889	949	1010	1070
2000			688	767	837	908	973	1030	1090
2100				782	857	927	993	1050	1110
2200				797	873	945	1010	1070	1130
2300				812	890	962	1030	1090	1160
2400				826	905	979	1050	1110	1180

¹ Resulta:
$$\phi = 1,3 \frac{(ab)^{0,625}}{(a+b)^{0,250}}$$

Acondicionamiento del aire y refrigeración, Carlo Pizzetti. Ed. Bellisco.

Tabla XII- Pérdidas por rozamiento del aire en conductos circulares.



Acondicionamiento del aire y refrigeración, C. Pizzetti. Ed. Bellisco.

Tabla XIII- Velocidad de los gases en cada tramo del conducto de aspiración.

Sección del conducto	Pérdida de carga (mm.c.d.a.)	Caudal (m ³ /h)	Φ (mm)	Velocidad (m/s)
1-2	1,2	27578,8	598	25
2-3	1,2	20684,1	520	24
3-4	1,2	13784,4	476	20
4-5	1,2	6889,7	351	17,4
Capota	1,2	3444,8	260	13,6

Tabla XIV- Determinación de las pérdidas de carga en codos y accesorios.


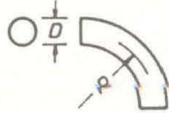
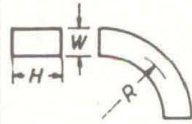
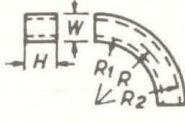

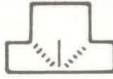

Tipo	Figura	Características	Pérdidas de carga		
			C	L/D	L/W
Curva de N°		Rectangular o circular; con o sin aleta	$N/90 \times$ pérdida en una curva de 90°		
Curva de 90° sección circular		Codo	1,30	65	
		$R/D = 0,5$	0,90		
		0,75	0,45	23	
		1,0	0,33	17	
		1,5	0,24	12	
		2,0	0,19	10	
Curva de 90° sección rectangular		H/W R/W			
		0,25 Codo	1,25		25
		0,5	1,25		25
		0,75	0,60		12
		1,0	0,37		7
		1,5	0,19		4
		0,5 Codo	1,47		49
		0,5	1,10		40
		0,75	0,50		16
		1,0	0,28		9
		1,5	0,13		4
		1,0 Codo	1,50		75
		0,5	1,00		50
		0,75	0,41		21
		1,0	0,22		11
		1,5	0,09		4,5
		4,0 Codo	1,38		110
		0,5	0,96		65
		0,75	0,37		43
		1,0	0,19		17
		1,5	0,07		6
Curva de 90° sección rectangular con deflectores		R/W R_1/W R_2/W			
		Codo 0,5			28
		0,5 0,4	0,70		19
		0,7 0,6			12
		1,0 1,0	0,13		7,2
		1,5	0,12		
		Codo 0,3 0,5			22
		0,5 0,2 0,4	0,45		16
		0,75 0,4 0,7	0,12		
		1,0 0,7 1,0	0,10		
		1,5 1,3 1,6	0,15		
Codo con aletas	 De láminas aerodinámicas	$C = 0,10$ a $0,35$ según la construcción			
Codo en T con aletas		Considerarlo igual a una curva análoga.			
T curvilínea		Pérdidas basadas en la velocidad del aire a la entrada			

Tabla 17.4. Pérdidas de carga en las curvas.

DISEÑO DE UNA CADENA DE BAÑOS PARA EL PROCESO DE PELÍCULA DE CONVERSIÓN QUÍMICA
EN PIEZAS CONSTITUIDAS POR ALEACIONES DE ALUMINIO

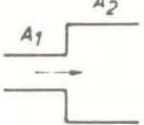
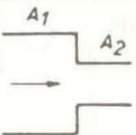
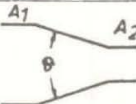
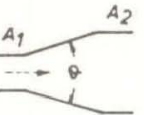
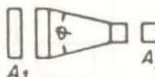
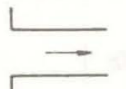
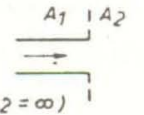
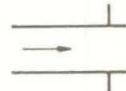
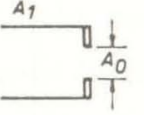
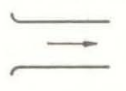
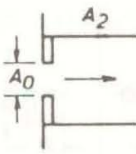
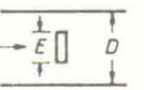
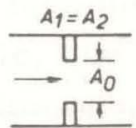
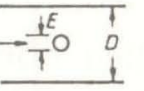
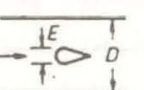
Tipo	Figura	Carac- terísticas	Coeficiente		Tipo	Figura	Caracte- rísticas	Coefi- ciente		
Expansión brusca		A_1/A_2	C_1	C_2	Contracción brusca con ángulos vivos		A_2/A_1	C_2		
		0.1	0.81	81			0.0	0.34		
		0.2	0.64	16			0.2	0.32		
		0.3	0.49	5			0.4	0.25		
		0.4	0.36	2.25			0.6	0.16		
		0.5	0.25	1.00			0.8	0.06		
		0.6	0.16	0.45	Contracción gradual		θ			
		0.7	0.09	0.18			30°	0.02		
		0.8	0.04	0.06			45°	0.04		
		0.9	0.01	0.01			60°	0.07		
Expansión gradual		θ	C_r		Transforma- ción con sección constante		$A_1=A_2$	C		
		5°	0.17				$\theta \leq 14^\circ$	0.15		
		7°	0.22		Entrada con brida		$A=\infty$	C		
		10°	0.28					0.34		
		20°	0.45							
Salida brusca		$A_1/A_2=0.0$	1.00		Entrada con conducto		$A=\infty$	C		
							$(A_2=\infty)$		0.85	
Orificio de salida con ángulos vivos		A_0/A_1	C_0		Entrada gradual		$A=\infty$	C		
		0.0	2.50					0.03		
		0.2	2.44				Orificio de entrada con ángulos vivos		A_0/A_2	C_0
		0.4	2.26						0.0	2.50
		0.6	1.96						0.2	1.96
		0.8	1.54						0.4	1.39
		1.0	1.00						0.6	0.96
Barra atravesando el conducto		E/D	C		0.8	0.61				
		0.10	0.7		1.0	0.64				
		0.25	1.4		Orificio con ángulos vivos en el conducto		A_0/A	C_0		
		0.50	4.0				0.0	2.50		
Tubo atravesando el conducto		E/D	C				0.2	1.86		
		0.10	0.20				0.4	1.21		
		0.25	0.55				0.6	0.64		
Barra con perfil aero- dinámico atravesando el conducto		E/D	C				0.8	0.20		
		0.10	0.07				1.0	0.0		
		0.25	0.23							
		0.50	0.90							

Tabla 17.5. Pérdida de carga debida a las variaciones de sección.

Acondicionamiento del aire y refrigeración, Carlo Pizzetti. Ed. Bellisco.

Tabla XV- Perdidas de carga mm.c.a. de los accesorios.

Accesorios	Nº Unidades	Factor de Fricción	ΔP (mm.c.a.)
Codos 90º	2	0,33	25,27
Codos en T	4	0,33	50,54
Cambio de sección (520-598)	1	0,39	13,76
Cambio de sección (476-520)	1	0,06	1,47
Cambio de sección (351-476)	1	0,16	2,96
$\Delta P_{\text{ACCESORIOS}}$			94

Tabla XVI- Propiedades del aire.

Temperatura (°C)	K (W/m°C)	ρ (Kg/m ³)	μ (Kg/m s)	Cp (KJ/Kg °C)
-150	0,0116	2,793	8,6	1,02
0	0,0244	1,239	17,2	1,01
100	0,0314	0,9458	21,8	1,01
200	0,0386	0,7457	25,8	1,02
1000	0,0768	0,277	48	1,18

Transmisión de Calor, Louis Well. Ed. Labor.

Tabla XVII- Propiedades del agua.

Temperatura (°C)	K (W/m°C)	ρ (Kg/m ³)	μ (Kg/m s)	Cp (KJ/Kg °C)
0	0,5919	999,8	1,791	4,1754
5	0,5723	1000	1,52	4,178
10	0,582	999,8	1,308	4,1807
15	0,5911	999,2	1,139	4,1834
20	0,5996	998,3	1,003	4,186
25	0,6076	997,1	0,8908	4,1886
30	0,615	995,7	0,7978	4,1912
35	0,6221	994,1	0,7196	4,1939
40	0,6286	992,3	0,6531	4,1965
45	0,6347	990,2	0,5962	4,1992
50	0,6405	989	0,5471	4,2017
55	0,6458	985,7	0,5043	4,2044
60	0,6507	983,1	0,4668	4,207
65	0,6553	980,5	0,4338	4,2096
70	0,6594	977,7	0,4044	4,2122
75	0,6633	974,7	0,3783	4,2148
80	0,6668	971,6	0,355	4,2117
85	0,6699	968,4	0,3339	4,22
90	0,6727	956,1	0,315	4,2226
95	0,6753	961,7	0,2978	4,2251
100	0,6775	966	0,2822	4,2277

Transmisión de Calor, Louis Well. Ed. Labor.

CAPÍTULO 1: OBJETIVO.

El objetivo principal del presente pliego de condiciones es definir conjunto de directrices, requisitos y normas aplicables al desarrollo las obras a las que se refiere el proyecto del que forma parte. Contiene las condiciones técnicas normalizadas referentes a los materiales y equipos, el modo de ejecución, medición de las unidades obra y, en general, cuantos aspectos han de regir en las obras e instalaciones comprendidas en el presente proyecto.

CAPITULO 2: DISPOSICIONES GENERALES.

2.1. CONTRADICCIONES, OMISIONES O ERRORES.

En el caso de contradicción entre los planos y el pliego de prescripciones técnicas, prevalecerá lo indicado en este último. Lo mencionado en el pliego de prescripciones técnicas y omitido en los planos o viceversa, habrá de ser aceptado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que, a juicio del ingeniero director de obras, quede suficientemente definida la instalación correspondiente y esta tenga precio en el contrato.

En todo caso, las contradicciones, omisiones o errores que se adviertan en estos documentos por el director o contratistas deberán reflejarse en el acta de comprobación.

2.2. TRABAJOS PREPARATORIOS.

Los trabajos para el inicio de las obras consistirán en:

2.2.1. Comprobación de replanteo.

2.2.2. Fijación y conservación de puntos de replanteo.

2.2.3. Programación de los trabajos.

2.2.1- Comprobación del replanteo.

En el plazo de quince días a partir de la adjudicación definitiva se comprobarán, en presencia del adjudicatario o de su representante, el replanteo de las obras efectuadas antes de la licitación, extendiéndose la correspondiente acta de comprobación del replanteo.

El acta de comprobación del replanteo reflejará la conformidad o la disconformidad del replanteo respecto a los documentos contractuales del proyecto, refiriéndose expresamente a las características geométricas de los trabajos, así como a cualquier punto que en caso de disconformidad pueda afectar al cumplimiento del contrato.

Cuando el acta de comprobación del replanteo refleje alguna variación respecto a los documentos contractuales del proyecto, deberá ser acompañada de un nuevo presupuesto, valorado a los precios del contrato. Este presupuesto será acordado entre el ingeniero director y el contratista.

2.2.2.- Fijación de los puntos de replanteo.

La comprobación del replanteo deberá incluir como mínimo los datos y referencias previstos para poder materializar las obras, así como los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalles y de otros elementos que puedan estimarse precisos.

Los puntos de referencia para los sucesivos replanteos se marcarán con los medios adecuados para evitar su desaparición.

Los datos, cotas y puntos fijados se anotarán en un anexo al acta de comprobación del replanteo, el cual se unirá al expediente de las obras, entregándose una copia al contratista.

El contratista se responsabilizará de la conservación de las señales de los puntos que hayan sido entregados.

2.2.3. Programación de los trabajos.

En el plazo que se determine en días hábiles a partir de la aprobación del acta de comprobación del replanteo, el adjudicatario presentará el programa de trabajos de las obras. Dicho programa de trabajo incluirá los siguientes datos:

- Fijación de las clases de obras, instalaciones trabajos que integran el proyecto e indicación de las mismas.
- Determinación de los medios necesarios (instalaciones, equipos y materiales).
- Valoración mensual y acumulada de la obra, programada sobre la base de los precios unitarios de adjudicación.
- Realización del PERT de las obras e instalaciones.

Cuando del programa de trabajos se deduzca la necesidad de modificar cualquier condición contractual, dicho programa deberá ser redactado por el adjudicatario y por la dirección técnica de las obras, acompañándose de la correspondiente propuesta de modificación para su tramitación reglamentaria.

2.3. PLAZOS DE EJECUCIÓN.

El contratista empezará las obras al día siguiente de la fecha del acta de comprobación de replanteo, debiendo quedar terminadas en la fecha acordada en dicho acta. En caso de demora en la finalización de las obras se impondrán las sanciones previstas al efecto.

2.4. DESARROLLO Y CONTROL DE LOS TRABAJOS.

Para el mejor desarrollo y control de los trabajos el adjudicatario seguirá las normas que se indican en los apartados siguientes:

2.4.1. Equipos y maquinaria.

El contratista quedará obligado a situar en las obras los equipos y la maquinaria que se comprometa a aportar en la licitación, y que el director de las obras considere necesario para el correcto desarrollo de las mismas. Dichos equipos de maquinaria deberán ser aprobados por el director.

El contratista es responsable de los riesgos o contratiempos. La maquinaria y demás elementos de trabajo deberán estar en perfectas condiciones de funcionamiento y quedar adscritos a la obra durante el curso de la ejecución de las unidades en las que deban utilizarse. No podrán retirarse sin el consentimiento del director.

2.4.2. Ensayos.

El número de ensayos y su frecuencia, tanto sobre materiales como unidades de obras terminadas, será fijado por el ingeniero director, y se efectuarán con arreglo a las instrucciones que dicte el director.

El contratista está obligado a realizar su autocontrol de cotas y tolerancias en general, así como el de calidad, mediante ensayos de materiales, densidades de compactación, etc. Se entiende que no se comunicará a la dirección de obra que una unidad de obra está terminada a juicio del contratista para su comprobación hasta que el mismo contratista, mediante su personal facultativo, compruebe ensaye y se asegure de cumplir las especificaciones.

Así, el contratista está obligado a disponer de los equipos necesarios para dichas mediciones y ensayos.

2.4.3. Materiales.

Todos los materiales que se utilicen en las obras deberán cumplir las condiciones mínimas que se establecen en el presente pliego, pudiendo ser rechazados en caso contrario por el ingeniero director. Por ello, todos los materiales que se propongan ser utilizados en obra deben ser examinados y ensayados antes de aceptación en primera instancia mediante el autocontrol del contratista y, eventualmente y cuando este último lo considere oportuno, con el control de dirección de obra.

Cuando la procedencia de los materiales no esté fijada en el pliego de prescripciones técnicas, los materiales requeridos para la ejecución del contrato serán fijados por el contratista de las fuentes de suministro que este estime oportuno.

El no rechazo de un material no implica su aceptación. El no rechazo o la aceptación de una procedencia no impide el posterior rechazo de cualquier partida de material de ella que no cumpla las prescripciones, ni incluso la eventual prohibición de dichos materiales. En ningún caso podrán ser utilizados en los trabajos materiales cuya procedencia no haya sido aprobada por el director.

Todos los materiales se manipularán con cuidado, y de tal modo que se mantengan su calidad para la instalación, del mismo modo se tendrán en cuenta los riesgos detectados en la evaluación correspondiente y se actuará consecuentemente a dicha evaluación.

Si el volumen de la obra, la marcha de la construcción y otras consideraciones lo justifican, el ingeniero puede proceder a la inspección del material o de los artículos manufacturados en sus respectivas fuentes y el contratista está obligado a prestar todo el apoyo al ingeniero director que le sea posible, para así facilitar su trabajo.

Con objeto de facilitar la inspección y prueba de los materiales, el contratista notificará al ingeniero al menos con dos semanas como mínimo de antelación la entrega de los mismos.

Todos los materiales que no se ajusten a los requisitos del pliego de condiciones se considerarán defectuosos y, por tanto, se retirarán inmediatamente del lugar de la obra, a menos que el ingeniero director ordene lo contrario.

Los materiales rechazados, cuyos defectos se hayan corregido sustancialmente, no se utilizarán mientras no se les haya otorgado la aprobación por parte del ingeniero director.

2.4.4. Acopios.

Quedará terminantemente prohibido, salvo autorización escrita del director, efectuar acopio de materiales, cualesquiera que sea su naturaleza, sobre la plataforma de obra y en aquellas zonas marginales que defina el director.

Se considera especialmente prohibido el depositar materiales, herramientas, maquinaria, escombros o cualquier otro elemento no deseable, en las siguientes zonas:

- Áreas de proceso adyacentes o limítrofes con la zona donde se realizan los trabajos.
- Desagües y zonas de trabajo en general.
- Vías de acceso a casetas de operación, puntos de reunión para estados de emergencia y puntos de situación de extintores.
- Calles y vías de circulación interior, tanto de la zona de las instalaciones como de áreas de proceso adyacentes a ésta.
- En general, cualquier lugar en el que la presencia de materiales, herramientas o utensilios pueda entorpecer las labores de mantenimiento y operación de las unidades de proceso, o pueda dificultar el proceso de emergencia de la planta.

Los materiales se almacenarán en forma tal que se asegure la preservación de su calidad para su utilización en la obra, requisito que deberá de ser comprobado en el momento de su utilización.

Las superficies empleadas en la zona de acopios deberán acondicionarse de forma que, una vez terminada su utilización, recuperen su aspecto original. Todos los gastos que de ello se deriven correrán por cuenta del contratista.

2.4.5. Trabajos nocturnos.

Los trabajos nocturnos deberán ser previamente autorizados por el ingeniero director y solamente realizados en aquellas unidades de obra que así lo requieran. El contratista deberá instalar los equipos de iluminación y mantenerlos en perfecto estado mientras duren los trabajos nocturnos.

2.4.6. Accidentes de trabajo.

De conformidad con lo establecido en la ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, el contratista está obligado a contratar, para su personal, el seguro contra riesgos por accidentes de trabajo.

El contratista y la dirección de obra fijarán de antemano las condiciones de seguridad en las que se llevarán a cabo los trabajos, objeto del presente proyecto, así como las pruebas, ensayos, inspecciones y verificaciones necesarias, que en cualquier caso deberán ser, como mínimo, las prescritas por los reglamentos actuales vigentes.

No obstante en aquellos casos en que el contratista o la dirección consideren que se deben tomar disposiciones adicionales de seguridad, podrán tomarse éstas sin reserva alguna.

Por otra parte, el contratista será responsable de suministrar al personal a su cargo los equipos necesarios de protección individual y colectiva para que éste trabaje en las condiciones adecuadas, tales como cascos, caretas, botas reforzadas, protección, etc.

Asimismo será responsabilidad del contratista los posibles daños causados en las instalaciones, tanto terminadas o aún en fabricación, ocasionados por personas ajenas a la obra dentro del horario establecido de trabajo, así como de los accidentes personales que puedan ocurrir.

2.4.7. Descanso en días festivos.

En los trabajos concedidos a la contrata se cumplirá puntualmente el descanso en días festivos, del modo que se señale en las legislaciones vigentes. En casos excepcionales, en los que fuera necesario trabajar en dichos días se procederá como indican las citadas disposiciones.

2.4.8. Trabajos defectuosos o no autorizados.

Los trabajos defectuosos no serán de abono, debiendo ser rechazados por el contratista y se volverán a efectuar en el plazo de acuerdo con las prescripciones del proyecto.

Si algún trabajo no se hallase ejecutado con arreglo a las condiciones del contrato y fuera sin embargo, admisible a juicio del ingeniero director de obras, podrá ser recibida provisionalmente, y definitivamente en su caso, quedando el adjudicatario obligado a conformarse, sin derecho a reclamación con la rebaja económica que el ingeniero director estime, salvo en el caso de que el adjudicatario opte por el rechazo a su costa y las rehaga con arreglo a las condiciones del contrato.

2.4.9. Señalización de las obras.

El contratista queda obligado a señalar a su costa las obras objeto del contrato con arreglo a las instrucciones y uso de aparatos que prescriba el director conforme a lo que dicte la ley en esos términos.

2.4.10. Precauciones especiales.

Lluvias:

Durante las fases de construcción, montaje e instalaciones y equipos estos se mantendrán en todo momento en perfectas condiciones de drenaje. Las cunetas y demás desagües se mantendrán de modo tal que no produzcan daños.

El equipo que no necesite revisión o inspección previa a su instalación no será desembalado hasta el momento de la misma. Se protegerá el equipo desembalado de la lluvia mediante cubiertas y protectores adecuados.

Incendios:

El contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes para la prevención y control de incendios, y a las recomendaciones u órdenes que reciba del director.

En todo caso, adoptará las medidas necesarias para evitar que se enciendan fuegos innecesarios, y será responsable de evitar la propagación los que se requieran para la ejecución de las obras, así como de los daños y perjuicios que se puedan producir.

No obstante lo anterior, el contratista podrá exigir el asesoramiento de un técnico de seguridad competente, elegido por la dirección, en todos los casos en que lo estime conveniente, y, particularmente, en aquellos en los que el riesgo de producción de incendios sea más elevado (soldadura, corte con soplete, etc.).

2.4.11. Personal técnico.

El contratista está obligado a dedicar a los trabajos (tanto de obra civil como de montaje e instalación de líneas y equipos) el personal técnico a que se comprometió en la licitación. A pie de las obras, y al frente de las mismas deberá haber un ingeniero superior.

El personal así designado no será asignado a otras obligaciones mientras duren los trabajos.

Por otra parte, el personal a cargo del contratista deberá estar lo suficientemente cualificado para la realización de los trabajos. Es responsabilidad del contratista, por lo tanto, cualquier retraso derivado de la incompetencia o ignorancia del personal a su cargo.

El director podrá prohibir la presencia en la zona de trabajos de determinado personal del contratista por motivo de falta de obediencia o respeto o por causa de actos que comprometan o perturben a su juicio, la seguridad, integridad o marcha de los trabajos.

2.5. MEDICIÓN DE LAS OBRAS.

La forma de realizar la medición y las unidades de medida a utilizar, serán definidas en el pliego de condiciones para cada unidad de obra.

Todas las mediciones básicas para el abono deberán de ser conformadas por el director y el representante del contratista.

Las unidades que hayan de quedar ocultas o enterradas deberán ser medidas antes de su ocultación. Si la medición no se efectuó en su debido tiempo, serán de cuenta del contratista las operaciones para llevarlas a cabo.

2.6 CERTIFICACIONES.

El importe de los trabajos efectuados se acreditará mensualmente al contratista por medio de certificaciones expedidas por el ingeniero director en la forma legalmente establecida.

2.6.1. Precio unitario.

Los precios unitarios fijados en el contrato para cada unidad de obra cubrirán todos los gastos efectuados para la ejecución material de la unidad correspondiente, incluidos los trabajos auxiliares, mano de obra, materiales y medios auxiliares de cada unidad de obra, siempre que expresamente no se indique lo contrario en este pliego.

2.6.2. Partidas alzadas.

Las partidas alzadas a justificar se abonarán consignando las unidades de obra que comprenden los precios del contrato, o los precios aprobados si se trata de nuevas unidades.

2.6.3. Instalaciones y equipos.

Los gastos correspondientes a instalaciones y equipos se considerarán incluidos en los precios de las unidades correspondientes, y, en consecuencia, no serán abonados separadamente.

2.7.- LEGISLACIÓN SOCIAL.

El contratista estará obligado al cumplimiento de lo establecido -a la Ley sobre el Contrato del Trabajo y Reglamentaciones de Trabajo Reguladoras de Subsidio y Seguros Sociales vigentes, y será responsable de todo y cuanto ocurra en las obras a este respecto.

2.8.- GASTOS DE CUENTA DEL CONTRATISTA.

Serán cuenta del contratista, siempre que en el contrato no se prevea lícitamente lo contrario, los siguientes gastos:

- Los gastos de alquiler o adquisición de terreno para depósito de maquinaria y materiales.
- Los gastos de protección de acopios y de la propia obra contra deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para almacenamiento de productos químicos o peligrosos.
- Los gastos de limpieza y evacuación de desperdicios de basuras.
- Los gastos de suministro, colocación y conservación de señales de tráfico, balizamiento y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro y fuera de las obras.
- Los gastos de montaje, conservación y retirada de instalaciones para el suministro de agua y la energía eléctrica necesarias para las obras.
- Los gastos de demolición y desmontaje de las instalaciones provisionales.
- Los gastos de retirada de materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.
- Los gastos derivados de los sistemas de prevención adoptados acordes a la ley, incluyendo los equipos de protección individual y colectiva adoptados.

2.9.- INGENIERO DIRECTOR DE OBRAS.

El ingeniero director de obras será responsable de la inspección y vigilancia la ejecución del contrato, y asumirá la representación de la administración o de la entidad pertinente frente al contratista.

Las funciones del ingeniero director de obras serán las siguientes:

- Garantizar la ejecución de las obras e instalaciones con estricta sujeción al proyecto aprobado, o modificaciones debidamente autorizadas.
- Definir aquellas condiciones técnicas que en el presente pliego de condiciones se dejen a su decisión.

- Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a la interpretación de los planos, condiciones de materiales y de ejecución de unidades de obra, siempre que no se modifiquen las condiciones del contrato.
- Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del contrato o aconsejen su modificación, tramitando, en su caso, las propuestas correspondientes.
- Proponer las actuaciones procedentes para obtener, de los organismos oficiales y de los particulares, los permisos y autorizaciones necesarias para la ejecución de las obras y ocupaciones de los bienes afectados por ellas, y resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbres relacionados con las mismas.
- Asumir personalmente bajo su responsabilidad, en casos de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso, para lo cual, el contratista deberá poner a su disposición el personal y el material de la obra.
- Acreditar al contratista las obras realizadas conforme a lo dispuesto en los documentos del contrato.
- Participar en las recepciones provisionales y definitivas y redactar la liquidación de las obras conforme a las normas legales establecidas.
- El contratista estará obligado a prestar su colaboración al director para el normal cumplimiento de las funciones a este, encomendadas.

2.10.- RECEPCIONES, GARANTÍAS Y OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA.

El adjudicatario deberá obtener a su costa todos los permisos y licencias para la ejecución de las obras. Del mismo modo serán de su cuenta los gastos derivados de los permisos y tasas.

La recepción, garantías y obligaciones del contratista serán las siguientes:

- Recepción provisional.
- Plazo de garantía.
- Recepción definitiva.

2.10.1. Recepción provisional.

Una vez terminados los trabajos, se procederá al examen global por parte del ingeniero director, el cuál, si los considera aptos para ser recibidos extenderá un acta donde así lo haga constar, procediéndose inmediatamente a la puesta en marcha y entrada en normal funcionamiento de las instalaciones.

En ningún caso la recepción provisional tendrá lugar antes de las siguientes operaciones:

- Inspección visual de todos los equipos y líneas, así como de los equipos auxiliares.
- Prueba hidrostática de los tanques y equipos que así lo requieran.
- Comprobación de servicios auxiliares.

Teniendo en cuenta lo anterior, la obra no podrá ponerse en funcionamiento por partes desde su inicio, a menos que, a juicio del ingeniero director, no se perjudique la integridad de la instalación y no se interfiera en la normal operación de otras unidades o procesos adyacentes.

2.10.2. Plazo de garantía.

Será de dos años, contado a partir de la fecha de recepción provisional, salvo indicación contraria expresa en el pliego de contratación de la obra. Durante dicho periodo, las posibles obras de reparación, conservación y sustitución serán por cuenta del contratista siendo este responsable de las faltas que puedan existir.

En caso de existir defectos o imperfecciones, no servirá de disculpa, ni le dará derecho alguno al contratista el que el director o subalterno hayan examinado durante la construcción, reconocido sus materiales o hecho su valoración en las relaciones parciales. En consecuencia si se observan vicios o

imperfecciones antes de efectuarse la recepción, se dispondrá que el contratista derribe y reconstruya, o bien repare, de su cuenta, las partes defectuosas. Los equipos e instalaciones que posean una procedencia distinta a la encargada al contratista gozarán de garantía propia según fabricante o distribuidor.

2.10.3. Recepción definitiva.

Transcurrido el plazo de garantía, y previo a los trámites reglamentarios, se procederá a efectuar la recepción definitiva de las obras, una vez realizado el oportuno reconocimiento de las mismas y en el supuesto de que todas ellas se encuentren en las condiciones debidas. En caso de que, al proceder al reconocimiento de las obras, éstas no se encontrasen en estado de ser recibidas, se aplazará su recepción hasta que estén en condiciones de serlo.

Al proceder a la recepción definitiva de las obras, se extenderá por cuadriplicado el acta correspondiente.

2.10.4. Prescripciones particulares.

En todos aquellos casos en que, a juicio del ingeniero director de las obras, se haga aconsejable para la ejecución de los trabajos previstos la fijación de determinadas condiciones específicas, se procederá a la redacción del oportuno pliego de prescripciones Particulares, que ha de ser aceptado por el contratista, quedando obligado a su cumplimiento.

CAPÍTULO 3: MEDICIÓN Y ABONOS DE LAS OBRAS.

3.1. MEDICIONES Y VALORACIONES.

Las mediciones de las obras concluidas se harán por el tipo de unidad fijada en el "presupuesto". La valoración deberá obtenerse, igualmente, aplicando a las unidades de obra el precio que tuviesen asignado en el "presupuesto".

La valoración de las partidas no expresadas se verificará aplicando a cada una de ellas la medida más apropiada, en la forma y condiciones que estime el director de obra, multiplicando el resultado final de la medición por el precio correspondiente.

3.2. CONDICIONES ECONÓMICAS.

Las condiciones especiales que regirán esta obra para la liquidación y abono de la misma serán establecidas por la entidad contratante y deberán comunicarse por escrito al contratista y al ingeniero director antes de la adjudicación de la obra.

3.3 CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.

Regirán las condiciones contenidas en el anuncio de subasta y contrata de ejecución, las cuales se ajustarán a las establecidas por las Leyes Generales del Estado.

CAPÍTULO 4: EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

4.1. EJECUCIÓN GENERAL.

El contratista tiene obligación de ejecutar esmeradamente las obras, cumplir estrictamente todas las condiciones estipuladas y cuantas órdenes le sean dadas por el director de obra, entendiéndose que deben entregarse completamente terminadas cuantas obras afecten a este compromiso.

Si a juicio del citado director, hubiese alguna parte de la obra mal ejecutada, tendrá el contratista obligación de volverla a ejecutar cuantas veces sean necesarias, hasta quedar a satisfacción de aquel, no siendo motivos estos aumentos de trabajo para pedir indemnización alguna.

4.2. REPLANTEO.

Antes de comenzar los trabajos se realizará el replanteo general del trazado de cables y tuberías por el contratista o su representante bajo las órdenes del director de obra, marcando las alineaciones con los puntos necesarios para que, con el auxilio de los planos, pueda el contratista ejecutar debidamente las obras.

Será obligación del contratista la custodia y reposición de las señales que se establezcan en el replanteo. Para la realización del replanteo el contratista deberá aportar todo el material y personal necesario para la ejecución de esta operación.

4.3. ORDEN DE LOS TRABAJOS.

El técnico director encargado de las obras fijará el orden en que deben llevarse a cabo estos trabajos, y la contrata está obligada a cumplir exactamente cuanto se disponga sobre el particular.

4.4. MARCHA DE LAS OBRAS.

Una vez iniciadas las obras deberán continuarse sin interrupción y terminarse en el plazo estipulado. Los retrasos, cuando sean justificados, podrán ser aceptados por la dirección de la obra.

4.5. OBRA CIVIL.

Se realizará con arreglo a las especificaciones de los restantes documentos del proyecto y a las órdenes que expresamente deberá solicitar el contratista al director de la obra. Se seguirá en todo momento dictado en la legislación vigente en la NTE.

4.6. INSTALACIONES VARIAS.

En todas las instalaciones, y como norma general, se seguirá exactamente todo lo indicado en la memoria y demás documentos del proyecto. En caso de duda, será competencia del ingeniero director del proyecto decidir la solución a adoptar. Las instalaciones serán efectuadas conforme a los reglamentos vigentes que les afectan.

4.7. RESPONSABILIDAD DE LA CONTRATA.

La contrata será la única responsable de la ejecución de las obras no teniendo derecho a indemnizaciones de ninguna clase por errores que pudiera cometer, y que serán de su cuenta y riesgo.

Aun después de la recepción provisional, la contrata está obligada a rectificar todas las deficiencias que sean advertidas por la dirección de la obra. La demolición o reparación precisa será exclusivamente por cuenta de la contrata.

Asimismo, la contrata se responsabilizará ante los tribunales de los accidentes que puedan ocurrir durante la ejecución de las obras. Igualmente estará obligada al cumplimiento de todos los preceptos legales establecidos o que se establezcan por disposiciones oficiales.

4.8. DIRECCIÓN DE LOS TRABAJOS.

El técnico encargado de las obras constituye la dirección técnica y como tal, ejecutará todos los trabajos del desarrollo del proyecto, así como la dirección e inspección de los trabajos. Por lo tanto, la dirección técnica asumirá toda la responsabilidad en lo concerniente a planos e instrucciones técnicas.

4.9. LEGALIZACIÓN.

Para la recepción de las obras la contrata está obligada a la legalización de las obras e instalaciones ante los organismos oficiales competentes. Los gastos que estos ocasionen correrán por cuenta de la contrata.

CAPÍTULO 5: CONDICIONES DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS.

El presente apartado del pliego de condiciones tiene por objeto restablecer las calidades y características de los equipos y dispositivos objeto de este proyecto, así como de los materiales utilizados.

5.1. REFERENCIAS Y NORMATIVAS.

Se tendrán como de obligado cumplimiento las siguientes normas y estándares:

- **UNE 14035** relativa a la soldadura de placas de acero.
- **UNE-EN 10220:2004** relativa a tubos lisos de acero soldados y sin soldadura. Dimensiones y masas por unidad de longitud.
- **UNE-EN 12517:1998** relativa al examen no destructivo de soldaduras. Examen radiográfico de uniones soldadas. Niveles de aceptación.
- **UNE-EN 1289:1998** relativa al examen no destructivo de soldaduras por líquidos penetrantes.
- **UNE-EN 60534-2-4:2009** sobre válvulas de regulación de procesos industriales.
- **UNE-EN ISO 6520-2:2002** sobre soldeos y procesos afines. Clasificación de las imperfecciones geométricas en las soldaduras de materiales metálicos.
- **UNE-EN ISO 9445:2008** relativa a flejes, bandas anchas y chapas de acero inoxidable.
- **UNE-EN 1600:1998** relativa a consumibles para el soldeo de acero inoxidable.
- **PNE-prEN ISO 3506-4** características mecánicas de los elementos de fijación de acero inoxidable resistente a la corrosión.
- **UNE-EN 12560** relativa a las bridas y sus juntas. Juntas para las bridas.

5.2. CONDICIONES PARA LOS MATERIALES.

5.2.1. Condiciones generales para los materiales.

Todos los materiales tendrán las condiciones técnicas que dictan las normas citadas en el subapartado "referencias y normativas" del presente apartado del pliego de condiciones.

Las características de los mismos serán las expresadas en los subapartados que siguen, pudiendo la dirección técnica desechar aquellos que a su juicio no las reúnan.

No podrán ser en ningún caso distintos en sus características a los tipos proyectados. Si hubiese que variar la clase de algunos inicialmente aprobados, los nuevos no podrán ser instalados sin la previa autorización de la dirección de obra, la cual podrá someterlos a cuantas pruebas estime oportunas.

5.2.2. Condiciones para las tuberías.

Las tuberías serán de los diámetros especificados en el apartado correspondiente de los cálculos y memoria descriptiva. Serán de sección circular y de espesor uniforme.

Estarán exentas de fisuras, grietas, poros, impurezas, deformaciones o faltas de homogeneidad, así como de otros defectos que pudieran disminuir su resistencia y apartar su comportamiento del esperado por sus características.

Los materiales utilizados en la fabricación de las tuberías deberán, coincidir con los especificados en los correspondientes cálculos y memoria descriptiva.

5.2.3. Condiciones para las bridas.

Los espárragos de unión estarán en consonancia con lo marcado por la norma UNE-EN ISO 3506 sobre elementos de unión en acero inoxidable. Sus diámetros serán los correspondientes a la línea en la que vayan a ser instaladas.

Estarán libres de defectos, irregularidades, rebabas, etc., que puedan dificultar su instalación o montaje, o que puedan afectar negativamente a su comportamiento durante el proceso. Las bridas habrán de ser planas y paralelas, o presentar rigidez suficiente contra deformaciones debidas a la presión de los espárragos. Estos habrán de apretarse en cruz con llave dinamométrica para controlar el par de apriete.

Los tornillos y tuercas poseerán las características necesarias para ser instalados. Los materiales serán los adecuados al tipo de brida, preservando siempre el deterioro de los tornillos antes de la brida.

5.2.4. Condiciones para los accesorios soldables.

Los accesorios para las tuberías (codos, tes, reducciones, etc) serán de acero inoxidable AISI 304, AISI 316 o acero al carbono para soldar a tope o soldar a enchufe, según corresponda, siendo su diámetro el correspondiente a las líneas en las que vayan instalados. Estarán libres de defectos, irregularidades, etc., que puedan afectar negativamente a su comportamiento durante el proceso.

5.2.5. Condiciones para las válvulas.

Las válvulas serán del tipo especificado en la memoria descriptiva o en su defecto del tipo que la dirección de la obra estime el más adecuado de cara a la línea y servicio en que vayan a ser instaladas.

Estarán libres de defectos, irregularidades, etc., que puedan dificultar su instalación o montaje, o que puedan afectar negativamente a su comportamiento durante el proceso. Durante su instalación se tendrá especial cuidado de alinear correctamente los extremos con la tubería en la que vayan a ser instaladas.

El apriete de los espárragos se hará con llave dinamométrica, previa introducción de las correspondientes juntas.

5.2.6. Condiciones para las juntas.

Las juntas serán las adecuadas a las aplicaciones que se requieran. Estarán libres de defectos, irregularidades, etc., que puedan dificultar su instalación o montaje, o que puedan afectar negativamente a su comportamiento durante su funcionamiento.

5.2.7. Condiciones de las planchas para la fabricación de los equipos.

Las planchas a partir de las cuales se fabriquen los nuevos equipos previstos serán de Acero AISI 316.

Estarán libres de fisuras, grietas, poros, etc., que puedan disminuir su resistencia o afectar a su comportamiento durante su funcionamiento dentro del proceso.

5.2.8. Condiciones para la soldadura.

En las partes de la instalación en que deban llevarse a cabo procesos de soldadura a tope, se instalarán durante el proceso de soldado anillos de protección, y se evitará en todo momento que penetren en el interior de las partes a soldar cascarillas y salpicaduras de soldadura.

La soldadura se hará mediante cordones adecuados, limpiando e inspeccionado después de cada cordón, evitando así que los defectos de un cordón puedan ser enmascarados por el siguiente.

Los materiales de aporte serán siempre de calidad superior a la de los materiales soldados, en casos especiales podrán utilizarse materiales de aporte similares a los soldados siempre que se detalle en la memoria del presente proyecto. Las soldaduras se detallan en los planos del presente proyecto, en caso de no existir detalle o de ser confuso, será el ingeniero director de obra quien determine el tipo de soldadura a aplicar en cada caso.

Se someterán a inspección no destructivas, ya sea por líquidos penetrantes o radiografiado el 25 % de las soldaduras que el ingeniero director considere vitales para las instalaciones, en caso de aparecer defectos o problemas se actuará según dicte el pliego de condiciones generales, o en su defecto según determine el ingeniero director de la obra.

5.2.9. Condiciones para el hormigón armado.

El hormigón utilizado en la construcción de los cubetos de retención y losas armadas de los tanques debe poseer las, características de resistencia adecuada a este uso, además debe cumplir con lo establecido en la NTE correspondiente. Las armaduras deben coincidir con las dimensiones expuestas en los planos y el material debe ser acero corrugado o similar comúnmente usados en construcción.

5.3. CONDICIONES PARA LOS EQUIPOS.

5.3.1. Condiciones para las bombas.

Las bombas se suministrarán con la correspondiente bancada, sobre la que se montará el conjunto bomba - motor. La bancada estará constituida por perfiles y planchas de acero inoxidable AISI 304 dimensionada de forma que soporte los esfuerzos de arranque, y garantizara la estabilidad del conjunto bomba - motor.

Cada bomba será instalada dejando una pendiente para la evacuación de posibles derrames.

Esta pendiente se dirigirá hacia el lado opuesto del motor y hacia lugares donde no cause: daños importantes a las instalaciones o equipos.

El contratista presentará al ingeniero director los planos y memorias descriptivas de las bombas a emplear, acompañados de los correspondientes certificados de pruebas de sobrecarga, rodaje, etc., efectuadas en el taller del fabricante.

5.3.2. Condiciones para los equipos de extracción de gases.

Los ventiladores, filtros, lavador de gases, y demás accesorios empleados en el sistema de aspiración de gases cumplirán las especificaciones señaladas en el correspondiente apartado de cálculos.

Estarán exentos de defectos, imperfecciones y grietas. Deberán ser colocados evitando fugas. El ingeniero director supervisará los equipos antes de su colocación, comprobando el buen estado, rechazando aquellos elementos que presenten anomalías.

5.3.3. Condiciones para las resistencias eléctricas.

Las resistencias eléctricas cumplirán las especificaciones señaladas en el correspondiente apartado de cálculos.

El ingeniero director supervisará los equipos antes de su montaje, comprobará su buen estado y podrá rechazarlos si observa anomalías que a su juicio puedan provocar dicho rechazo.

Antes de la puesta en marcha, se harán las comprobaciones y operaciones oportunas para garantizar la seguridad de los asistentes a dichas pruebas, así como la preservación de las instalaciones y equipos.

5.3.4. Condiciones para el equipo de agua desmineralizada.

El equipo de agua desmineralizada cumplirá con las necesidades de aporte que necesita esta instalación, tanto para la regeneración continua de baños de agua de enjuague como para la regeneración de los demás baños cuando se proceda a su cambio por envejecimiento.

La cantidad de agua necesaria para cubrir las necesidades de esta instalación viene detallada en la memoria descriptiva.

El ingeniero director supervisará los equipos antes de su montaje, comprobará su buen estado y podrá rechazarlos si observa anomalías que a su juicio puedan provocar dicho rechazo.

Antes de la puesta en marcha, se harán las comprobaciones y operaciones oportunas para garantizar la seguridad de los asistentes a dichas pruebas, así como la preservación de las instalaciones y equipos.

5.4. CONDICIONES SOBRE INSTALACIONES.

5.4.1. Condiciones sobre pintura y preparación de superficies.

Todas las superficies exteriores de equipos y tuberías recibirán siempre que se requiera antes del pintado, el tratamiento de preparación siguiente:

1. Limpieza con disolventes de las zonas excesivamente cargadas de grasa o aceites, o que durante el proceso de instalación y manipulación hayan quedado impregnadas de estas sustancias o similares.

2. Eliminación de depósitos de óxidos muy voluminosos mediante limpieza manual ó mecánica. Esto puede hacerse mediante lijado o cepillado en dos direcciones, siempre y cuando no se alteren las características mecánicas y físicas de los equipos o instalaciones.

3. Redondeado de aristas vivas y alisado mediante lijado de cordones y salpicaduras de soldadura.

4. Protección de zonas y anexos que no vayan a ser recubiertos.

5. Chorreado con abrasivo (granalla o arena silíceas) sobre los lugares que así lo requieran.

6. Limpieza con aspirador o aire a presión de residuos abrasivos, polvo, y demás partículas extrañas y contaminantes.

Posteriormente, las superficies recibirán cuatro manos de pintura anticorrosión (pasivamente aniónica). Se controlará que, tras la capa definitiva, el espesor de la capa protectora de pintura sea suficiente para asegurar la preservación de los equipos.

5.4.2. Condiciones para los aislamientos.

Aquellos baños de la cadena de Película de Conversión Química, cuya temperatura de operación sea diferente a la temperatura ambiental, deberán ser aislados con lana de vidrio. Las mantas a utilizar no habrán tenido usos anteriores. Asimismo, no presentarán cortes o deformaciones que, a juicio del ingeniero director, pudieran afectar a su capacidad aislante. Los espesores serán los definidos en los cálculos y en la memoria descriptiva.

Las superficies a calorifugar habrán recibido su correspondiente pintado, siempre que se considere necesario, o en su defecto una limpieza previa evitando así que puedan provocarse deterioros en las instalaciones o riesgo alguno para el personal que opera en esta planta.

Igualmente, si se encontrasen húmedas por el rocío o la lluvia, se dejarán secar antes de instalar el aislamiento. Si el pintado presenta desperfectos o suciedad adherida, se eliminarán éstos antes de instalar el aislamiento. La pintura estará perfectamente seca. Con objeto de que el material aislante no se empape de agua o humedad, no se efectuará el montaje del calorifugado si las condiciones ambientales atmosféricas son de lluvia o excesiva humedad, debiendo posponerse éste hasta que se permita.

El calorifugado se sujetará a los equipos y líneas mediante pletinas, alambres o tornillos de metal, o mediante otro sistema que el instalador crea adecuado, y que el ingeniero director estime eficaz.

5.4.3. Condiciones para la instrumentación.

Las válvulas de control serán adecuadas para las condiciones de proceso que se requieran y los aparatos destinados al control general de procesos de la planta deben ser probados antes de comenzar la utilización normal de la planta. Los instrumentos de control deben estar calibrados adecuadamente y deben seguir un programa específico de mantenimiento y calibración que asegure su buen funcionamiento y fiabilidad.

5.4.4. Condiciones de los equipos eléctricos.

Se comprobará la tensión de los equipos. Los motores eléctricos deberán ser rodados de acuerdo con las instrucciones del fabricante, desconectados del equipo impulsor. Las instalaciones deben poseer las características necesarias que aseguren su correcto funcionamiento y garantizan la seguridad de las personas que en ella trabajan.

5.4.5. Condiciones del aire para la agitación de los tanques.

Los colectores deben ser limpiados para la eliminación de la posible suciedad. Toda red debe de ser comprobada a la presión de trabajo y verificar que no se producen fugas ni existen reflujos en la línea de agitación neumática.

5.4.6. Condiciones del sistema de rebose y desagüe.

Se comprobará que todos los drenajes y barquetas desalojan adecuadamente. Que no existen obturaciones en las líneas y que los cauces y tuberías habilitados al efecto están en perfectas condiciones para su uso. Se comprobará que todos los vertidos realizados a la red general de alcantarillado pasan a través de la planta depuradora.

5.4.7. Condiciones de seguridad de los equipos.

Se comprobará que todas las válvulas de seguridad estén instaladas correctamente, se realizarán las pruebas convenientes para garantizar el correcto funcionamiento. Se comprobará que todos los equipos cumplen las medidas de seguridad especificadas en las características técnicas y que tras la puesta en marcha no se producen situaciones anómalas que puedan desencadenar un fallo de los equipos.

Se procurará que el fallo de un equipo no ocasione una reacción en cadena en la planta y se asegurará en todo momento la integridad física de todo el personal que trabaja en la planta.

5.4.8. Prueba de los sistemas antes de la puesta en marcha.

Se deberá realizar una prueba hidrostática que consistirá en comprobar hidrostáticamente todas las líneas y equipos después de terminar la construcción del circuito con los equipos conectados entre si (comprobación del sistema). El sistema se llenará de agua y se comprobará que no existen fugas, especialmente por las bridas atornilladas y por los asientos de las válvulas.

5.4.9. Lavado de los equipos.

La operación tiene por objeto eliminar cuerpos extraños que, durante el proceso de montaje, hayan podido quedar en las líneas o en los equipos, tales como virutas de metal o madera. Estos restos pueden provocar durante la operación atascos en las líneas, bloqueos en válvulas o destrozar partes de las bombas. El lavado se llevara a cabo mediante agua.

5.4.10. Condiciones de la obra civil.

Las obras civiles serán realizadas según la normativa vigente en cuanto a edificación se refiere (NTE). Las obras serán verificadas por el ingeniero director así como los materiales empleados en ella, se comprobarán los hormigones y morteros empleados para la construcción de los

cubetos de retención y las instalaciones auxiliares. Se realizará una inspección de resistencia de las losas de hormigón armado para los cubetos de retención y se verificarán que todas las instalaciones cumplen con las calidades exigidas en el presente proyecto.

CAPÍTULO 6: SEGURIDAD E HIGIENE.

6.1. OBJETO.

El presente estudio de seguridad y salud tiene por objeto marcar las directrices que permitan evaluar los riesgos existentes en una instalación como la que se propone en el presente proyecto. Debe ser aceptada y respaldada, desde la dirección hasta cada uno de los operarios que componen la plantilla.

6.2. IDENTIFICACIÓN DE OPERACIONES DE RIESGO.

Las operaciones de riesgo que conlleva el presente proyecto son las siguientes:

- Equipos, maquinaria fija y herramientas.
- Manipulación y almacenamiento de productos químicos.
- Maquinaria móvil y vehículos.
- Manipulación de cargas.
- Trabajos en altura.
- Lugares y espacios de trabajos.
- Agentes físicos.
- Incendio y explosión.
- Electricidad.

6.2.1. Equipos, maquinaria fija y herramientas.

Los riesgos derivados de equipos, maquinaria fija y herramientas son las siguientes:

- Golpes por objeto o herramientas.
- Caída de objetos por manipulación.
- Proyección de fragmentos o partículas.

- Atrapamiento por o entre objetos.
- Aplastamiento.
- Choques o golpes contra objetos móviles de las máquinas.
- Contacto eléctrico.
- Radiaciones.
- Quemaduras.
- Cortes o desgarros provocados por elementos móviles o aristas afiladas.

Para prevenir estos riesgos han de tenerse en cuenta las siguientes medidas preventivas:

- Usar las herramientas adecuadas para cada trabajo. Rechazar las herramientas en mal estado o defectuosas.
- Mantener una buena coordinación, sobre todo en trabajos en equipos.
- Hacer uso de los equipos de protección individual.
- Colaborar en el orden y limpieza de la zona de trabajo.
- Los objetos móviles de las máquinas deben ir protegidos con defensas.
- Todas las máquinas deberán llevar dispositivos de parada de emergencia y aislamiento eléctrico.
- No se deberán utilizar alargaderas o herramientas que presenten hilos de corriente al descubierto o aislados de manera indebida.
- Los operarios han de estar debidamente formados en el uso de la maquinaria que utilicen.

Los equipos de protección adecuados son los siguientes:

- Chaquetas.
- Delantales.
- Manguitos de protección (para proteger los brazos contra la proyección de chispas).
- Guantes de protección frente al riesgo de la actividad que se esté realizando (riesgo mecánico, riesgo de abrasión, ...) .
- Polainas (para evitar que las chispas entren en los zapatos).
- Carretas o cascos protectores.
- Pantallas y gafas de protección.
- Calzado de seguridad.

Cuando los trabajos requieran la utilización de prendas de protección personal, éstas llevarán el sello -CE- y serán adecuadas al riesgo que tratan de evitar, ajustándose en todo a lo establecido en el R.D 773/97 de 30 de Mayo.

Estas ropas deben ser resistentes a las llamas asegurando una protección adecuada para soldar con arco o cortar cuando se realicen trabajos de corte y soldadura.

Un aspecto a considerar es la humedad de la ropa y de los elementos de trabajo que pueden en algún caso facilitar el paso de ovaciones de derivaciones de corriente eléctricas.

Para la protección de la vista se utilizan cristales que filtran los rayos del arco perjudiciales para la vista. Los cristales deben estar colocados a la medida de la careta y llevar delante un cristal normal o de plástico para proteger de las proyecciones, y que debe sustituirse cuando la visión es escasa.

Se suelen emplear cortinas o pantallas para separar un lugar de trabajo de otro, y para evitar el peligro de deslumbramiento para las personas que pasen o trabajen cerca de la zona de trabajos de corte y/o soldadura.

En los procesos de limpieza de escoria se suelen usar la piqueta y el cepillo. La escoria del cordón no se debe quitar en caliente pues existe el riesgo de proyecciones al ser picada; es por ello por lo que se deben usar gafas con protección laterales. Este tipo de protección también se suele usar en el desbastado y el esmerilado, operación habitual en la terminación de uniones soldadas o cortadas.

En caso de que un trabajador tenga que realizar un trabajo esporádico en alturas superiores a 2 metros y no pueda ser protegido mediante protecciones colectivas adecuadas, deberá ir provisto de cinturón de seguridad homologado (de sujeción o anticaídas según proceda), en vigencia de utilización (no caducada), con puntos de anclaje no improvisados, sino previstos en proyecto y en la planificación de los trabajos, debiendo acreditar previamente que ha recibido la formación suficiente por parte de sus mandos jerárquicos, para ser utilizado restrictivamente, pero con criterio.

6.2.2. Manipulación y almacenamiento de producto químicos.

El aspecto más importante a considerar es la variedad de riesgos existentes debido a la diversidad de productos químicos.

Los riesgos en la manipulación de productos químicos son:

- Debidos a factores intrínsecos a las condiciones de empleo de los mismos, a sus propiedades o reactividad química.
- Debido a factores externos tales como inseguridad en su uso, fallos en las instalaciones o en la organización de los equipos.
- Un comportamiento humano inadecuado generado por el desconocimiento o la peligrosidad del producto y por la falta de formación para seguir procedimientos de trabajo seguro.

Se han de seguir una serie de pautas para que el uso de los productos químicos sea una operación segura:

- Formar e informar al personal que va a trabajar en puestos donde se usan las sustancias químicas.
- Leer la información que viene en la etiqueta de los recipientes con cuidado antes de usar su contenido para conocer los riesgos que se corren.
- Tener hábitos de higiene personal básicos (lavarse las manos, no tocarse los ojos, la boca o la nariz, lavar la ropa de trabajo separada, no fumar ni tomar bebidas alcohólicas en el lugar de trabajo, consumir alimentos en los lugares destinados para ello).
- No quitar la etiqueta ni pasar el contenido del producto a otro envase en el que no se identifique su contenido.
- Utilizar equipos de protección individual.
- El trasvase de sustancias químicas se debe realizar limitando las operaciones acciones manuales a las mínimas posibles y en lugares adecuados para ello.
- Elegir el recipiente adecuado para el trasvase (resistencia química y física).
- Se debe usar el sistema de extracción localizada y trabajar en zonas ventiladas.
- Mantener siempre cerrado los recipientes y colocados su lugar de almacenamiento.

- No verter a la red general disolventes o líquidos inflamables insolubles en agua, sustancias corrosivas sin neutralizar, etc., y en general, residuos que puedan contaminarla.

Los accidentes que pueden darse son ingestión de sustancias, lesiones superficiales, incendios, explosión, ... Es necesario tener a mano un listado de teléfonos de urgencias para actuar con rapidez en accidente, en donde deben figurar el número de los bomberos, emergencias, la seguridad social e información toxicológica.

Los equipos de protección a utilizar dependen de la naturaleza de la sustancia. De manera general es necesario:

- Uso de guantes resistentes a las sustancias químicas manipular.
- Ropa de trabajo adecuada (delantales, batas, monos, ...) .
- Calzado adecuado (botas, zapato cubierto,...) .
- Gafas de seguridad.
- Mascarilla.

6.2.3. Maquinaria móvil y vehículos.

Los riesgos derivados del uso de maquinaria móvil (grúas, excavadoras, hormigoneras, ...) y vehículos son los siguientes:

- Atropellos, golpes o choques contra la máquina o vehículos.
- Atrapamiento por vuelco de maquinaria o vehículo.
- Atrapamiento por las partes móviles de las máquinas.
- impacto con partes móviles de las máquinas.
- Desprendimiento de cargas suspendidas.

Se deben llevar a cabo las siguientes medidas preventivas:

- Nunca situarse debajo de la carga que se esté transportando, aunque esté parada. Se evitará el paso de personas bajo las cargas suspendidas; en todo caso se acotarán las áreas de trabajo bajo las cargas citadas.

- Debe comprobarse y asegurarse de la colocación de la carga, el peso y el volumen de la misma antes de su traslado, sin trasladar cantidades máximas aconsejadas por la máquina.
- Situarse en zonas seguras tanto los peatones (por zonas peatonales) como los vehículos y maquinaria (por zonas acotadas a la circulación).
- El conductor de la máquina debe extremar prudencia y poner máxima atención en lo que le rodea, respetar las señales y usar señales sonoras cuando la máquina se encuentre funcionando.
- Debe realizarse y comprobarse el buen estado de la máquina mediante un correcto funcionamiento.
- Toda maquinaria utilizada durante la obra dispondrá de carcasas de protección y resguardos sobre las partes móviles, especialmente de las transmisiones que impidan el acceso involuntario de personas u objetos a dichos mecanismos, para evitar el riesgo de atrapamiento o impacto de objetos impulsados por estas partes móviles.
- Formación específica de los conductores y manipuladores de las máquinas y vehículos correspondientes.
- Colocar la máquina en terreno llano.
- Bloquear las ruedas o las cadenas.
- Apoyar en el terreno el equipo articulado. Si por causa de fuerza mayor ha de mantenerse levantado, deberá inmovilizarse adecuadamente.
- Desconectar la batería para impedir un arranque súbito de la máquina.
- No permanecer entre las ruedas, sobre las cadenas, bajo la cuchara o el brazo.
- No colocar nunca una pieza metálica encima de los bornes de batería.
- No utilizar nunca un mechero o cerillas para iluminar el interior del motor.
- Disponer en buen estado de funcionamiento y conocer el manejo del extintor.
- Conservar la máquina en un estado de limpieza aceptable. No dejar cargas suspendidas al acabar los trabajos.

Las medidas de protección individual a utilizar son:

- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Calzado de seguridad.

- Cinturón de seguridad dentro del vehículo o la máquina.
- Pantallas protectoras.

6.2.4. Manipulación de cargas.

6.2.4.1. Manipulación manual de cargas:

Los riesgos derivados de la manipulación de cargas son las siguientes:

- Riesgos de lesiones musculares debidas a cargas excesivamente pesadas.
- Riesgos de lesiones musculares debidas a malos procedimientos de trabajo.
- Caídas de las cargas sobre las personas que las transportan o sobre las que la rodea.
- Caídas producidas por el abandono de las cargas en lugares inadecuados.

Las medidas a tomar en el levantamiento manual de cargas son las siguientes:

- No se manipularán manualmente por un solo trabajador cargas de más de 25 kg.
- Asentar los pies firmemente manteniendo entre ellos una distancia similar a la anchura de los hombros, acercándose lo más posible a la carga.
- Flexionar las rodillas manteniendo la espalda erguida.
- Agarrar el objeto firmemente con ambas manos si es posible. El esfuerzo de levantar el peso lo debe realizar los músculos de las piernas.
- Durante el transporte, la carga debe permanecer lo más cerca posible del cuerpo, debiendo evitarse los giros de la cintura.

Para el manejo de cargas largas por una sola persona se actuará según los siguientes criterios preventivos:

- Llevar la carga inclinada por uno de sus extremos, hasta la altura del hombro.
- Avanzará desplazando las manos a lo largo del objeto, hasta llegar al centro de gravedad de la carga.
-

- Se colocara la carga en equilibrio sobre el hombro.
- Durante el transporte, mantendrá la carga en posición inclinada, con el extremo delantero levantado.

Es obligatoria la inspección visual del objeto pesado a levantar para eliminar aristas afiladas.

Es obligatorio el empleo de un código de señales cuando se ha de levantar un objeto entre varios, para aportar el esfuerzo al mismo tiempo. Puede ser cualquier sistema a condición que sea conocido o convenido por el equipo.

Los equipos de protección individual en la manipulación manual de cargas son los siguientes:

- Cinturón lumbar.
- Guantes de seguridad.
- Calzado de seguridad.

6.4.2.2. Manipulación de cargas mediante medios mecánicos:

Los riesgos de la manipulación de cargas mediante aparatos mecánicos son los siguientes:

- Caídas de las cargas sobre las personas o instalaciones.
- Golpes provocados por las cargas en movimiento.

En todas aquellas operaciones que conlleven el empleo de aparatos elevadores es recomendable la adopción de las siguientes normas generales:

- Señalar de forma visible la carga máxima que pueda elevarse mediante el aparato elevador utilizado.
- Acoplar adecuados pestillos de seguridad a los ganchos de suspensión de los aparatos elevadores.

- Emplear la elevación de materiales recipientes adecuados que los contengan, o se sujeten las cargas de forma que se imposibilite el desprendimiento parcial o total de las mismas.
- Las eslingas llevarán placa de identificación donde constará la carga máxima para la cual estar recomendadas.
- De utilizar cadenas, éstas serán de hierro forjado con un factor de seguridad no inferior a 5 de la carga nominal máxima.
- Estarán libres de nudos y se enrollarán en tambores adecuados.
- Para la elevación transporte de piezas de gran longitud se emplearán palonniers, o vigas de reparto de cargas, de forma que permita esparcir la luz entre apoyos, garantizando de esta forma la horizontalidad y estabilidad.
- El gruista antes de iniciar los trabajos comprobará el buen funcionamiento de los finales de carrera. Si durante el funcionamiento de la grúa se observara inversión de los movimientos, se dejará de trabajar y se dará cuenta inmediata a la Dirección Técnica de la obra.
- No dejar cargas suspendidas al acabar los trabajos.

6.2.5. Lugares y espacios de trabajo.

En el lugar de trabajo se debe evitar la falta de limpieza y el desorden.

El desorden y la falta de limpieza no surgen de repente, sino que esta situación se va desarrollando día a día y poco a poco. Éste es un riesgo importante, ya que será el origen de otros riesgos como:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Pisada sobre objetos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Incendio y explosiones por acumulación de sustancias incompatibles.

Asimismo, la falta de orden y limpieza provoca otras consecuencias, como son:

- El deterioro de herramientas y del material de trabajo.

- Bajo rendimiento de cada trabajador al realizar su tarea y un empeoramiento de la calidad y de las condiciones de trabajo.

Para prevenir estos riesgos es necesario:

- Mantener la zona de trabajo limpia de material innecesario.
- Guardar los materiales y herramientas en el interior de las cajas y en los lugares o áreas destinados a ellos después de la jornada de trabajo.
- Evitar dejar piezas o materiales alrededor de las máquinas; deben colocarse en lugar seguro.
- Recoger cualquier objeto que pueda ocasionar un accidente.
- No dejar herramientas ni materiales en las zonas de tránsito ni obstaculizar las salidas de emergencias, ni acceso a elementos contra incendios.
- Limpiar los derrames de los líquidos.

6.2.6. Agentes físicos.

Los agentes físicos a los que se está expuesto son:

- Exposición a temperaturas extremas.
- Exposición a ruidos.
- Exposición a vibraciones.
- Iluminación adecuada.
- Radiación.

Los métodos de prevención son los siguientes:

- Temperatura: debe ser adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, teniendo en cuenta el método de trabajo y la carga física impuesta.
- Ante situaciones de frío es conveniente abrigarse. Ante los primeros síntomas de hipotermia es vital: buscar alimentos, calor y refugio.
- Evitar estar bajo el sol durante horas de más calor y durante periodos prolongados. Beber abundante agua.

- Factores atmosféricos: deberá protegerse a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.
- Todos los equipos que generen vibraciones deben tener un mantenimiento adecuado.
- Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación de obras deberán disponer de suficiente iluminación natural (si es posible) y de una iluminación artificial adecuada durante la noche y cuando no sea suficiente la natural.
- Utilizar los EPIs adecuados cuando se utilizan equipos que emitan radiaciones.

Los equipos de protección a utilizar son los siguientes:

- Ropa de trabajo adecuada.
- Protectores auditivos (tapones o auriculares).
- Guantes.
- Calzado (con suela de goma para evitar las vibraciones).
- Equipos antivibración.

6.2.7. Incendio y explosión.

Los riesgos ocasionados por los incendios y explosiones son los siguientes:

- Quemaduras.
- Intoxicación o asfixia
- Golpes con objetos despedidos en las explosiones.

Para prevenir los incendios, deben tenerse en consideración las siguientes normas básicas:

- Mantener el orden y la limpieza del lugar de trabajo.
- No fumar en los lugares que está expresamente prohibido.
- No colocar cerca de una fuente de calor productos o materiales que puedan arder fácilmente.

- Manejar con cuidado los productos inflamables.
- No sobrecargar las líneas eléctricas.

Detección y lucha contra incendios:

Según las características de la obra y las dimensiones y usos de los locales y los equipos presentes, las características físicas y químicas de las sustancias o materiales y del número de personas que pueda hallarse presentes, se dispondrá de un número suficiente de dispositivos contra incendios y, si fuera necesario, detectores y sistemas de alarma. Dichos dispositivos deberán revisarse y mantenerse con regularidad. Deberán realizarse periódicamente amebas y ejercicios adecuados.

Vías y salidas de emergencia:

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo mas directamente posible en una zona de seguridad. En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.

El numero, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas emergencia dependerán del uso y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como del número máximo de personas que puedan estar presente en ellos.

Las vías y salidas específicas deberán señalizarse conforme al R.D 485/97. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

Las vías y salidas de emergencia, así como las de circulación y las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas por ningún objeto para que puedan ser utilizadas sin trabas en todo momento.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías de salida y emergencia deberán disponer de iluminación de seguridad de la suficiente intensidad.

6.2.8. Trabajos en altura.

Los riesgos derivados de los trabajos en altura son los siguientes:

- Caídas a distinto nivel de personas.
- Caída de objetos sobre personas.
- Golpes o colisiones contra andamios o estructuras.

Las condiciones de seguridad que deben reunir los equipos auxiliares para los trabajos en altura son las siguientes:

- Los andamios deberán proyectarse, construirse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente.
- Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán construirse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas tengan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.
- Los andamios deberán ir inspeccionados por una persona competente:
 - o Antes de su puesta en servicio.
 - o A intervalos regulares en lo sucesivo.
 - o Después de cualquier modificación, periodo de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.
- Los andamios móviles deberán asegurarse contra los desplazamientos involuntarios.
- Las escaleras de mano deberán cumplir las condiciones de seno y utilización señaladas en el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Los equipos de protección individual y colectiva usados son:

- Redes de seguridad.
- Barandillas adecuadas.
- Arnés de seguridad.
- Calzado antideslizante.
- Casco de seguridad.

6.2.9. Electricidad.

Las características de la electricidad obligan a tomar en consideración importantes medios de seguridad por ser ésta muy peligrosa. Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

Las medidas preventivas que se seguirán para evitar los riesgos derivados del contacto con líneas eléctricas serán las siguientes:

- Evitar el contacto con todo tipo de fuentes que estén indebidamente aisladas o presenten deterioros que puedan producir la derivación de la corriente eléctrica.
- Utilizar los elementos de protección adecuados.
- Desconectar el equipo si se interrumpe el trabajo, evitando así una descarga accidental de corriente, un sobrecalentamiento y riesgo de incendio.
- Mantener seco el equipo de trabajo (ropa, cables, zona de trabajo, etc).
- Las máquinas de soldar y las herramientas eléctricas dispondrán de separadores de circuito.
- La manipulación de instalaciones eléctricas debe realizarse por trabajadores cualificados.

En caso de accidente por contacto con la corriente eléctrica las medidas a tomar, en general, serán las siguientes: Cortar la corriente eléctrica, o (si no fuera posible) separar a la víctima empleando para ello material aislante que evite el contacto directo con el accidentado.

Si después de cortada la corriente la víctima no ha perdido la consciencia, y respira con normalidad, se llevará al médico a la mayor brevedad posible; si el accidentado está inconsciente y la respiración es muy débil o inexistente, se realizará aspiración artificial a la espera de la llegada de los servicios médicos correspondientes.

Los equipos de protección individual utilizados serán:

- Calzado aislante.
- Guantes aislantes.
- Herramientas con la debida protección aislante.

6.2.10. Legislación aplicable.

- Ley de prevención de riesgos laborales (Ley 31/195 del 8/11/95).
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. (R.D.485/97 del 14/4/97).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. (R.D. 486/97 DE 14/4/97).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores. (R.D. 487/97 DE 14/4/97).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por parte de los trabajadores de equipos de protección individual. (R.D. 773/97 DE 30/5/97).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. (R.D. 1215/97 DE 18/7/97).
- Ordenanza general de higiene y seguridad en el trabajo (O.M.DE 9/3/71). (OM de 31/1/40).
- Almacenamiento de productos químicos. (R.D. 379/2001).
- Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales. (R.D. 2267/2004 DE 3/12/04).
- Modificación del R.D 1302/1986 del 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental. (LEY 6/2001 DE 8/05/01).

- R.D. 1124/2000, de 16 de Junio, por el que se modifica el R.D. 665/1992, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. (R.D. 374/2001 DE 6/04/01).

6.2.11. Normativa.

- Norma UNE 81 002 85. Protectores auditivos. Tipos y definiciones.
- Norma UNE 81 101 85. Equipos de protección de la visión. Terminología. Clasificación y uso.
- Norma UNE 81 200 77. Equipos de protección personal de las vías respiratorias. Definición y clasificación.
- Norma UNE 81 208 77. Filtros mecánicos. Clasificación. Características y requisitos.
- Norma UNE 81 250 80. Guantes de protección. Definiciones y clasificación.
- Norma UNE 81 353 80. Cinturones de seguridad. Clase A: Cinturón de sujeción. Características y ensayos.

CAPÍTULO 1: BAÑO DE DESENGRASE.

En el presente capítulo se definirán los elementos necesarios para la fabricación del baño de desengrase.

- 1.1. Chapa de Acero inoxidable AISI-316 de 3 mm de espesor para la formación del baño, con soldadura del mismo material. El precio de la mano de obra está incluido (30%).

Chapa de acero inoxidable AISI-316, de 3 mm de espesor, con soldadura del mismo material + 30%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/chapa	Importe total
6	2	1	242,30 €	1.890 €

- 1.2. Chapa de Acero Inoxidable AISI-316 de 1 mm de espesor para el recubrimiento externo del baño, con soldadura del mismo material.

Chapa de acero inoxidable AISI-316, de 1 mm de espesor, con soldadura del mismo material + 30%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/chapa	Importe total
6	2	1	82,59 €	644 €

- 1.3. Chapa de Acero Inoxidable AISI-316 de 2 mm de espesor para la formación de las capotas y tapas, con soldadura incluida del mismo material.

DISEÑO DE UNA CADENA DE BAÑOS PARA EL PROCESO DE PELÍCULA DE CONVERSIÓN QUÍMICA
EN PIEZAS CONSTITUIDAS POR ALEACIONES DE ALUMINIO

Chapa de acero inoxidable AISI-316, de 2 mm de espesor, con soldadura del mismo material + 30%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/chapa	Importe total
5	2	1	105,50 €	685,7 €

- 1.4. Perfiles IPN-80 de Acero Inoxidable AISI-316 para refuerzo de las chapas del baño. Incluye soldadura, corte y colocado según normas.

Perfiles IPN-80 Acero inoxidable + 30%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/barra	Importe total
4,5	6	0,8	445,20 €	2.604,4 €

- 1.5. Aislante térmico de Lana de Roca.

Aislante lana de Roca + 10%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/metro	Importe total
1	21,2	0,08	64 €	1.356,8 €

- 1.6. Tubería de llenado de PVC de 1^{1/2"} de diámetro para el llenado del baño a través de la red de agua desmineralizada, incluyendo los accesorios necesarios, 3 codos de 90°, 1 válvula de bola de 1^{1/2"} y la mano de obra de la instalación (20%).

DISEÑO DE UNA CADENA DE BAÑOS PARA EL PROCESO DE PELÍCULA DE CONVERSIÓN QUÍMICA
EN PIEZAS CONSTITUIDAS POR ALEACIONES DE ALUMINIO

Tubería de llenado + accesorios + 20%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1 tubería	5 m	1 ^{1/2} pulg	1,75 €/m	8,8 €
3 codos	90 °	1 ^{1/2} pulg	1,23 €/ud	3,7 €
1 válvula de bola		1 ^{1/2} pulg	13,6 €/ud	13,6 €
Total				31,3 €

- 1.7. Tubería de Acero Inoxidable AISI-316 de 3" de diámetro, para el vaciado de los baños. Se incluye una brida del mismo material, válvula de corte de flujo de 3" y la mano de obra de la instalación (20%).

Tubería de vaciado + accesorios + 20%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1 tubería	0,5 m	3 pulg	53,87 €/m	26,9 €
1 brida		3 pulg	15,6 €/ud	15,6 €
1 válvula de corte de flujo		3 pulg	16,6 €/ud	16,6 €
Total				59,1 €

- 1.8. Tubería de PVC de 1 ^{1/2}" de diámetro nominal para el sistema de agitación del baño. Irá incluido 4 codos de 90° de PVC, 1 te, 1 válvula de corte de flujo y 1 válvula antirretorno. Se añadirá un 20% de mano de obra.

DISEÑO DE UNA CADENA DE BAÑOS PARA EL PROCESO DE PELÍCULA DE CONVERSIÓN QUÍMICA
EN PIEZAS CONSTITUIDAS POR ALEACIONES DE ALUMINIO

Tubería de agitación + accesorios + 20%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1 tubería	7,5 m	1 ^{1/2} pulg	1,75 €/m	8,8 €
4 codos	90 °	1 ^{1/2} pulg	1,23 €/ud	4,9 €
1 te		1 ^{1/2} pulg	1,7 €/ud	1,7 €
1 válvula de corte de flujo		1 ^{1/2} pulg	13,6 €/ud	13,6 €
1 válvula antirretorno		1 ^{1/2} pulg	14,6 €/ud	14,6 €
Total				52,3 €

Total baño de Desengrase:	<u>7323,6 €</u>
----------------------------------	------------------------

CAPÍTULO 2: BAÑO DE LIMPIEZA ALCALINA.

En dicho capítulo se describirán los precios que corresponden al baño de limpieza alcalina.

- 2.1. Chapa de Acero inoxidable AISI-316 de 3 mm de espesor para la formación del baño, con soldadura del mismo material. El precio de la mano de obra está incluido (30%).

Chapa de acero inoxidable AISI-316, de 3 mm de espesor, con soldadura del mismo material + 30%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/chapa	Importe total
6	2	1	242,30 €	1.890 €

- 2.2. Chapa de Acero Inoxidable AISI-316 de 1 mm de espesor para el recubrimiento externo del baño, con soldadura del mismo material.

Chapa de acero inoxidable AISI-316, de 1 mm de espesor, con soldadura del mismo material + 30%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/chapa	Importe total
6	2	1	82,59 €	644 €

- 2.3. Chapa de Acero Inoxidable AISI-316 de 2 mm de espesor para la formación de las capotas y tapas, con soldadura incluida del mismo material.

DISEÑO DE UNA CADENA DE BAÑOS PARA EL PROCESO DE PELÍCULA DE CONVERSIÓN QUÍMICA
EN PIEZAS CONSTITUIDAS POR ALEACIONES DE ALUMINIO

Chapa de acero inoxidable AISI-316, de 2 mm de espesor, con soldadura del mismo material +30%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/chapa	Importe total
5	2	1	105,50 €	685,7 €

- 2.4. Perfiles IPN-80 de Acero Inoxidable AISI-316 para refuerzo de las chapas del baño. Incluye soldadura, corte y colocado según normas.

Perfiles IPN-80 Acero inoxidable + 30%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/barra	Importe total
4,5	6	0,8	445,20 €	2.604,4 €

- 2.5. Aislante térmico de Lana de Roca.

Aislante lana de Roca + 10%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/metro	Importe total
1	21,2	0,08	64 €	1.356,8 €

- 2.6. Tubería de llenado de PVC de 1^{1/2"} de diámetro para el llenado del baño a través de la red de agua desmineralizada, incluyendo los accesorios necesarios, 3 codos de 90°, 1 válvula de bola de 1^{1/2"} y la mano de obra de la instalación (20%).

DISEÑO DE UNA CADENA DE BAÑOS PARA EL PROCESO DE PELÍCULA DE CONVERSIÓN QUÍMICA
EN PIEZAS CONSTITUIDAS POR ALEACIONES DE ALUMINIO

Tubería de llenado + accesorios + 20%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1 tubería	5 m	1 ^{1/2} pulg	1,75 €/m	8,8 €
3 codos	90 °	1 ^{1/2} pulg	1,23 €/ud	3,7 €
1 válvula de bola		1 ^{1/2} pulg	13,6 €/ud	13,6 €
Total				31,3 €

- 2.7. Tubería de Acero Inoxidable AISI-316 de 3" de diámetro, para el vaciado de los baños. Se incluye una brida del mismo material, válvula de corte de flujo de 3" y la mano de obra de la instalación (20%).

Tubería de vaciado + accesorios + 20%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1 tubería	0,5 m	3 pulg	53,87 €/m	26,9 €
1 brida		3 pulg	15,6 €/ud	15,6 €
1 válvula de corte de flujo		3 pulg	16,6 €/ud	16,6 €
Total				59,1 €

- 2.8. Tubería de PVC de 1 ^{1/2}" de diámetro nominal para el sistema de agitación del baño. Irá incluido 4 codos de 90° de PVC, 1 te, 1 válvula de corte de flujo y 1 válvula antirretorno. Se añadirá un 20% de mano de obra.

DISEÑO DE UNA CADENA DE BAÑOS PARA EL PROCESO DE PELÍCULA DE CONVERSIÓN QUÍMICA
EN PIEZAS CONSTITUIDAS POR ALEACIONES DE ALUMINIO

Tubería de agitación + accesorios + 20%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1 tubería	7,5 m	1 ^{1/2} pulg	1,75 €/m	8,8 €
4 codos	90 °	1 ^{1/2} pulg	1,23 €/ud	4,9 €
1 te		1 ^{1/2} pulg	1,7 €/ud	1,7 €
1 válvula de corte de flujo		1 ^{1/2} pulg	13,6 €/ud	13,6 €
1 válvula antirretorno		1 ^{1/2} pulg	14,6 €/ud	14,6 €
Total				52,3 €

Total baño de Limpieza Alcalina:	<u>7323,6 €</u>
---	------------------------

CAPÍTULO 3: BAÑO DE LIMPIEZA ÁCIDA.

En el presente capítulo se definirán los elementos necesarios para la fabricación del baño de desoxidado.

- 3.1. Chapa de Acero inoxidable AISI-316 de 3 mm de espesor para la formación del baño, con soldadura del mismo material. El precio de la mano de obra está incluido (30%).

Chapa de acero inoxidable AISI-316, de 3 mm de espesor, con soldadura del mismo material + 30%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/chapa	Importe total
6	2	1	242,30 €	1.890 €

- 3.2. Chapa de Acero Inoxidable AISI-316 de 1 mm de espesor para el recubrimiento externo del baño, con soldadura del mismo material.

Chapa de acero inoxidable AISI-316, de 1 mm de espesor, con soldadura del mismo material + 30%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/chapa	Importe total
6	2	1	82,59 €	644 €

- 3.3. Chapa de Acero Inoxidable AISI-316 de 2 mm de espesor para la formación de las capotas y tapas, con soldadura incluida del mismo material.

Chapa de acero inoxidable AISI-316, de 2 mm de espesor, con soldadura del mismo material +30%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/chapa	Importe total
5	2	1	105,50 €	685,7 €

- 3.4. Perfiles IPN-80 de Acero Inoxidable AISI-316 para refuerzo de las chapas del baño. Incluye soldadura, corte y colocado según normas.

Perfiles IPN-80 Acero inoxidable + 30%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/barra	Importe total
4,5	6	0,8	445,20 €	2.604,4 €

- 3.5. Aislante térmico de Lana de Roca.

Aislante lana de Roca + 10%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/metro	Importe total
1	21,2	0,08	64 €	1.356,8 €

- 3.6. Tubería de llenado de PVC de 1^{1/2}” de diámetro para el llenado del baño a través de la red de agua desmineralizada, incluyendo los accesorios necesarios, 3 codos de 90°, 1 válvula de bola de 1^{1/2}” y la mano de obra de la instalación (20%).

DISEÑO DE UNA CADENA DE BAÑOS PARA EL PROCESO DE PELÍCULA DE CONVERSIÓN QUÍMICA
EN PIEZAS CONSTITUIDAS POR ALEACIONES DE ALUMINIO

Tubería de llenado + accesorios + 20%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1 tubería	5 m	1 ^{1/2} pulg	1,75 €/m	8,8 €
3 codos	90 °	1 ^{1/2} pulg	1,23 €/ud	3,7 €
1 válvula de bola		1 ^{1/2} pulg	13,6 €/ud	13,6 €
Total				31,3 €

- 3.7. Tubería de Acero Inoxidable AISI-316 de 3" de diámetro, para el vaciado de los baños. Se incluye una brida del mismo material, válvula de corte de flujo de 3" y la mano de obra de la instalación (20%).

Tubería de vaciado + accesorios + 20%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1 tubería	0,5 m	3 pulg	53,87 €/m	26,9 €
1 brida		3 pulg	15,6 €/ud	15,6 €
1 válvula de corte de flujo		3 pulg	16,6 €/ud	16,6 €
Total				59,1 €

3.8. Lámina de PVC de 2 mm de espesor, rígida.

Aislante Lana de Roca + 10%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/metro	Importe total
3	2 m	1 m	55 €/m	181,5 €

3.9. Tubería de PVC de 1^{1/2}" de diámetro nominal para el sistema de agitación del baño. Irá incluido 4 codos de 90° de PVC, 1 te, 1 válvula de corte de flujo y 1 válvula antirretorno. Se añadirá un 20% de mano de obra.

Tubería de agitación + accesorios + 20%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1 tubería	7,5 m	1 ^{1/2} pulg	1,75 €/m	8,8 €
4 codos	90 °	1 ^{1/2} pulg	1,23 €/ud	4,9 €
1 te		1 ^{1/2} pulg	1,7 €/ud	1,7 €
1 válvula de corte de flujo		1 ^{1/2} pulg	13,6 €/ud	13,6 €
1 válvula antirretorno		1 ^{1/2} pulg	14,6 €/ud	14,6 €
Total				52,3 €

Total baño de Limpieza Ácida:

7505,1 €

CAPÍTULO 4: BAÑO DE PELÍCULA DE CONVERSIÓN QUÍMICA.

En el presente capítulo se definirán los elementos necesarios para la fabricación del baño de película de conversión química.

- 4.1. Chapa de Acero inoxidable AISI-316 de 3 mm de espesor para la formación del baño, con soldadura del mismo material. El precio de la mano de obra está incluido (30%).

Chapa de acero inoxidable AISI-316, de 3 mm de espesor, con soldadura del mismo material + 30%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/chapa	Importe total
6	2	1	242,30 €	1.890 €

- 4.2. Chapa de Acero Inoxidable AISI-316 de 1 mm de espesor para el recubrimiento externo del baño, con soldadura del mismo material.

Chapa de acero inoxidable AISI-316, de 1 mm de espesor, con soldadura del mismo material + 30%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/chapa	Importe total
6	2	1	82,59 €	644 €

- 4.3. Chapa de Acero Inoxidable AISI-316 de 2 mm de espesor para la formación de las capotas y tapas, con soldadura incluida del mismo material.

Chapa de acero inoxidable AISI-316, de 2 mm de espesor, con soldadura del mismo material +30%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/chapa	Importe total
5	2	1	105,50 €	685,7 €

- 4.4. Perfiles IPN-80 de Acero Inoxidable AISI-316 para refuerzo de las chapas del baño. Incluye soldadura, corte y colocado según normas.

Perfiles IPN-80 Acero inoxidable + 30%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/barra	Importe total
4,5	6	0,8	445,20 €	2.604,4 €

- 4.5. Aislante térmico de Lana de Roca.

Aislante lana de Roca + 10%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/metro	Importe total
1	21,2	0,08	64 €	1.356,8 €

- 4.6. Tubería de llenado de PVC de 1^{1/2}" de diámetro para el llenado del baño a través de la red de agua desmineralizada, incluyendo los accesorios necesarios, 3 codos de 90°, 1 válvula de bola de 1^{1/2}" y la mano de obra de la instalación (20%).

DISEÑO DE UNA CADENA DE BAÑOS PARA EL PROCESO DE PELÍCULA DE CONVERSIÓN QUÍMICA
EN PIEZAS CONSTITUIDAS POR ALEACIONES DE ALUMINIO

Tubería de llenado + accesorios + 20%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1 tubería	5 m	1 ^{1/2} pulg	1,75 €/m	8,8 €
3 codos	90 °	1 ^{1/2} pulg	1,23 €/ud	3,7 €
1 válvula de bola		1 ^{1/2} pulg	13,6 €/ud	13,6 €
Total				31,3 €

- 4.7. Tubería de Acero Inoxidable AISI-316 de 3" de diámetro, para el vaciado de los baños. Se incluye una brida del mismo material, válvula de corte de flujo de 3" y la mano de obra de la instalación (20%).

Tubería de vaciado + accesorios + 20%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1 tubería	0,5 m	3 pulg	53,87 €/m	26,9 €
1 brida		3 pulg	15,6 €/ud	15,6 €
1 válvula de corte de flujo		3 pulg	16,6 €/ud	16,6 €
Total				59,1 €

- 4.8. Tubería de PVC de 1 ^{1/2}" de diámetro nominal para el sistema de agitación del baño. Irá incluido 4 codos de 90° de PVC, 1 te, 1 válvula de corte de flujo y 1 válvula antirretorno. Se añadirá un 20% de mano de obra.

DISEÑO DE UNA CADENA DE BAÑOS PARA EL PROCESO DE PELÍCULA DE CONVERSIÓN QUÍMICA
EN PIEZAS CONSTITUIDAS POR ALEACIONES DE ALUMINIO

Tubería de agitación + accesorios + 20%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1 tubería	7,5 m	1 ^{1/2} pulg	1,75 €/m	8,8 €
4 codos	90 °	1 ^{1/2} pulg	1,23 €/ud	4,9 €
1 te		1 ^{1/2} pulg	1,7 €/ud	1,7 €
1 válvula de corte de flujo		1 ^{1/2} pulg	13,6 €/ud	13,6 €
1 válvula antirretorno		1 ^{1/2} pulg	14,6 €/ud	14,6 €
Total				52,3 €

**Total baño de Película de Conversión
Química:**

7323,6 €

CAPÍTULO 5: BAÑOS DE ENJUAGUE.

En este capítulo se calculará el presupuesto del baño de enjuague. El precio obtenido se multiplicará por 4 debido a que son el número de baños de enjuague que componen la cadena.

- 5.1. Chapa de Acero inoxidable AISI-316 de 3 mm de espesor para la formación del baño, con soldadura del mismo material. El precio de la mano de obra está incluido (30%).

Chapa de acero inoxidable AISI-316, de 3 mm de espesor, con soldadura del mismo material + 30%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/chapa	Importe total
6	2	1	242,30 €	1.890 €

- 5.2. Perfiles IPN-80 de Acero Inoxidable AISI-316 para refuerzo de las chapas del baño. Incluye soldadura, corte y colocado según normas.

Perfiles IPN-80 Acero inoxidable + 30%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/barra	Importe total
4,5	6	0,8	445,20 €	2.604,4 €

- 5.3. Tubería de llenado de PVC de 1^{1/2}" de diámetro para el llenado del baño a través de la red de agua desmineralizada, incluyendo los accesorios necesarios, 3 codos de 90°, 1 válvula de bola de 1^{1/2}" y la mano de obra de la instalación (20%).

Tubería de llenado + accesorios + 20%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1 tubería	5 m	1 ^{1/2} pulg	1,75 €/m	8,8 €
3 codos	90 °	1 ^{1/2} pulg	1,23 €/ud	3,6 €
1 válvula de bola		1 ^{1/2} pulg	13,6 €/ud	13,6 €
Total				31,2 €

- 5.4. Tubería de Acero Inoxidable AISI-316 de 3" de diámetro, para el vaciado de los baños. Se incluye una brida del mismo material, válvula de corte de flujo de 3" y la mano de obra de la instalación (20%).

Tubería de vaciado + accesorios + 20%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1 tubería	0,5 m	3 pulg	53,87€/m	26,9 €
1 brida		3 pulg	15,6 €/ud	15,6 €
1 válvula de corte de flujo		3 pulg	13,6 €/ud	13,6 €
Total				56,1 €

- 5.5. Tubería de PVC de 1^{1/2}” de diámetro nominal para el sistema de agitación del baño. Irá incluido 4 codos de 90° de PVC, 1 te, 1 válvula de corte de flujo y 1 válvula antirretorno. Se añadirá un 20% de mano de obra.

Tubería de agitación + accesorios + 20%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1 tubería	7,5 m	1 ^{1/2} pulg	1,75€/m	8,8 €
4 codos	90 °	1 ^{1/2} pulg	1,23 €/ud	4,9 €
1 te		1 ^{1/2} pulg	1,7 €/ud	1,7 €
1 válvula de corte de flujo		1 ^{1/2} pulg	13,6 €/ud	13,6 €
1 válvula antirretorno		1 ^{1/2} pulg	14,6 €/ud	14,6 €
Total				52,3 €

Total baño de Enjuague:	<u>4634 €</u>
--------------------------------	----------------------

Total 4 baños:	<u>18536 €</u>
-----------------------	-----------------------

CAPÍTULO 6: SISTEMA DE CALEFACCIÓN.

En este capítulo se realizará el presupuesto de todos aquellos elementos que intervienen en el proceso de calentamiento de todos los baños que lo requieren dentro del proceso completo.

- 6.1. Resistencia calefactora de 12000 W, de inmersión trifásica de base circular, fabricada en acero inoxidable AISI-316, para el calentamiento de los baños de desengrase y limpieza alcalina.

Resistencia calefactora de 12000 W para baños de Desengrase y Limpieza Alcalina + 20%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
4			466,8 €	2240,6 €

- 6.2. Resistencia calefactora de 5700 W, de inmersión “SN”, de base en forma de “V”, fabricada en acero inoxidable AISI-316, para el calentamiento de los baños de limpieza ácida y película de conversión química.

Resistencia calefactora de 12000 W para baños de Desengrase y Limpieza Alcalina + 20%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
4			181,64 €	871,8 €

6.3. Regulador-controlador de temperatura.

Regulador-controlador de temperatura + 20%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
4			194,30 €	932,6 €

6.4. Indicador de temperatura, con 1 relé y 2 sondas de temperatura, con función de alarma. Irá acoplado a cada uno de los baños que contienen sistema de calefacción y su función será indicar la temperatura a la que se encuentra la disolución en el interior. Se incluye la mano de obra de instalación.

Indicador de temperatura				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
4			150 €	720 €

Total Sistema de calefacción:	<u>4765 €</u>
--------------------------------------	----------------------

CAPÍTULO 7: EQUIPO DE AGUA DESMINERALIZADA.

7.1. Pretratamiento del agua formado por un depósito de polietileno de 600 litros de capacidad, un filtro de doble malla, un lecho de carbón activo y un descalcificador dúplex de resina de intercambio iónico. Incluidos accesorios y válvulas.

Equipo pretratamiento				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1				3920,5 €

7.2. Equipo de Ósmosis Inversa.

Equipo de Ósmosis Inversa				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1				11255 €

7.3. Equipo de agua desmineralizada compuesto por un depósito de 600 litros, de polietileno, para el almacenamiento de agua de osmosis, filtro de carbón activo y desmineralizador catión anión. Se incluye la mano de obra y el montaje.

DISEÑO DE UNA CADENA DE BAÑOS PARA EL PROCESO DE PELÍCULA DE CONVERSIÓN QUÍMICA
EN PIEZAS CONSTITUIDAS POR ALEACIONES DE ALUMINIO

Equipo de desmineralización				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1				30815,6 €

Total equipo de agua desmineralizada:	<u>45991,1 €</u>
--	-------------------------

CAPÍTULO 8: SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES.

El equipo de extracción de gases constará de una columna absorbedora de gases, el propio extractor de gases y la conducción por la que se desplazarán los gases al ser absorbidos desde cada uno de los baños.

- 8.1. Columna absorbedora de gases capaz de depurar los gases provenientes de los baños, construido en acero inoxidable AISI-316, de 2 metros de altura por 1,5 metros de diámetro, con relleno de anillos, con mecanismo a contracorriente. Incluye depósito de lavado, bomba centrífuga, válvulas y accesorios. Incluida mano de obra de instalación.

Columna absorbedora de gases +20%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1			19.614,60 €	19.614,6 €

- 8.2. Equipo de extracción de gases consistente en un ventilador centrífugo capaz de aspirar un caudal de 30000 m³/h y 200 mm.c.a. construido en acero inoxidable AISI-316 y con aspas del mismo material.

Equipo de extracción de gases + 20%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1			15.030,60 €	15.030,6 €

- 8.3. Conducción de acero inoxidable AISI-316 de diámetros desde 598 mm hasta 351 mm a través del cual se desplazan los gases hasta la columna absorbadora. Incluye expansiones, accesorios y mano de obra de instalación.

Tubería de agitación + accesorios + 30%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1		sección variable		6.545,6 €

Total sistema de extracción de gases:

41190,8 €

CAPÍTULO 9: SISTEMA DE AGITACIÓN.

Para realizar el presupuesto del equipo de agitación, hay que tener en cuenta las dos soplantes que componen el sistema así como tubería a través de la cual circula el aire y los accesorios.

- 9.1. Soplantes de 115,2 m³/h de caudal con 508,8 mbar de presión, fabricada en acero inoxidable AISI-316. Se necesitan dos soplantes. Incluye mano de obra de instalación.

Tubería de agitación + accesorios + 30%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
2			2395 €	4.790 €

- 9.2. Tubería de agitación, fabricada en PVC de 1^{1/2} pulgadas de diámetro. Se incluirán los accesorios (4 codos y 2 tes), así como la mano de obra de instalación.

Tubería de agitación + accesorios + 30%				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1 tubería	28 m	1 ^{1/2} pulg	1,75 €/m	49 €
4 codos	90 °	1 ^{1/2} pulg	1,23 €/ud	4,9 €
2 te		1 ^{1/2} pulg	1,7 €/ud	3,4 €

DISEÑO DE UNA CADENA DE BAÑOS PARA EL PROCESO DE PELÍCULA DE CONVERSIÓN QUÍMICA
EN PIEZAS CONSTITUIDAS POR ALEACIONES DE ALUMINIO

Total	74,5 €
--------------	---------------

Total sistema de agitación:	<u>4864,5 €</u>
------------------------------------	------------------------

CAPÍTULO 10: DEPURADORA.

En este capítulo se verán los distintos componentes necesarios para la planta depuradora.

- 10.1. Reactor de 3000 litros donde llegan las soluciones de los baños. Dispone de un sistema de agitación por espas. Incluidas válvulas, bomba y conducciones.

Reactor				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1				23846,4 €

- 10.2. Depósito de 200 litros de capacidad que va a contener la solución proveniente del reactor. Conectado a éste se encuentra otro depósito de igual capacidad de floculante. Incluida bomba impulsora, las tuberías, bomba impulsora, accesorios y cinta transportadora de lodos.

Conjunto depuración				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1				2300 €

10.3. Depósito de recogida de lodos producidos en la depuradora.

Depósito lodos				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1				530,6 €

Total depuradora:	<u>26677 €</u>
--------------------------	-----------------------

CAPÍTULO 11: PUENTE GRÚA.

El puente grúa se encargará de trasladar las canastas que contienen en su interior las piezas a lo largo de todos los baños que componen el proceso.

11.1. Puente grúa birrail apoyada de 500 kg x 9,3 m de luz y una velocidad de elevación de 1-4 m/min. Controlada por un mando. Incluido en el precio la instalación.

Puente grúa				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1				13.557,5 €

Total puente grúa:	<u>13557,5 €</u>
--------------------	------------------

CAPÍTULO 12: OBRA CIVIL.

Dicho capítulo contendrá el precio de la fabricación del foso de contención donde se encuentran instalados los 8 baños que constituyen el proceso.

12.1. Construcción de un foso perimetral de 5760 litros, formado por hormigón armado, recubierto con revestimiento cementoso elástico e impermeable.

Obra civil				
Unidades	Longitud	Ancho	Precio/unidad	Importe total
1				7246,3 €

Total puente obra civil:	<u>7246,3 €</u>
---------------------------------	------------------------

CAPÍTULO 13: PRESUPUESTO GENERAL.

El precio de la línea de cadena de baños para el proceso de Película de Conversión Química queda resumido en los siguientes apartados:

Designación	Presupuesto
<u>1.- Baño de Desengrase</u>	7323,6 €
<u>2.- Baño de Limpieza Alcalina</u>	7323,6 €
<u>3.- Baño de Limpieza Ácida</u>	7505,1 €
<u>4.- Baño de Película de Conversión Química</u>	7323,6 €
<u>5.- Baños de enjuague</u>	18536 €
<u>6.- Sistema de calefacción</u>	4765 €
<u>7.- Equipo de Agua Desmineralizada</u>	45991,1 €
<u>8.- Sistema de Extracción de gases</u>	41190,8 €
<u>9.- Sistema de Agitación</u>	4864,5 €
<u>10.- Depuradora</u>	26677 €
<u>11.- Puente Grúa</u>	13557,5 €
<u>12.- Obra Civil</u>	7246,3 €
TOTAL EJECUCIÓN DEL MATERIAL	192304 €

16% IVA	30768,6 €
----------------	------------------

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	223072,6 €
----------------------------------	-------------------

El presupuesto general de la instalación de Película de Conversión Química asciende a la cantidad de DOSCIENTOS VEINTITRES MIL SETENTA Y DOS EUROS CON SESENTA CENTIMOS.

Cádiz, a 07 de Mayo de 2010.

FIRMADO: ANA LUISA PAJARES LUQUE.

IV.DOCUMENTO N°4: PLANOS

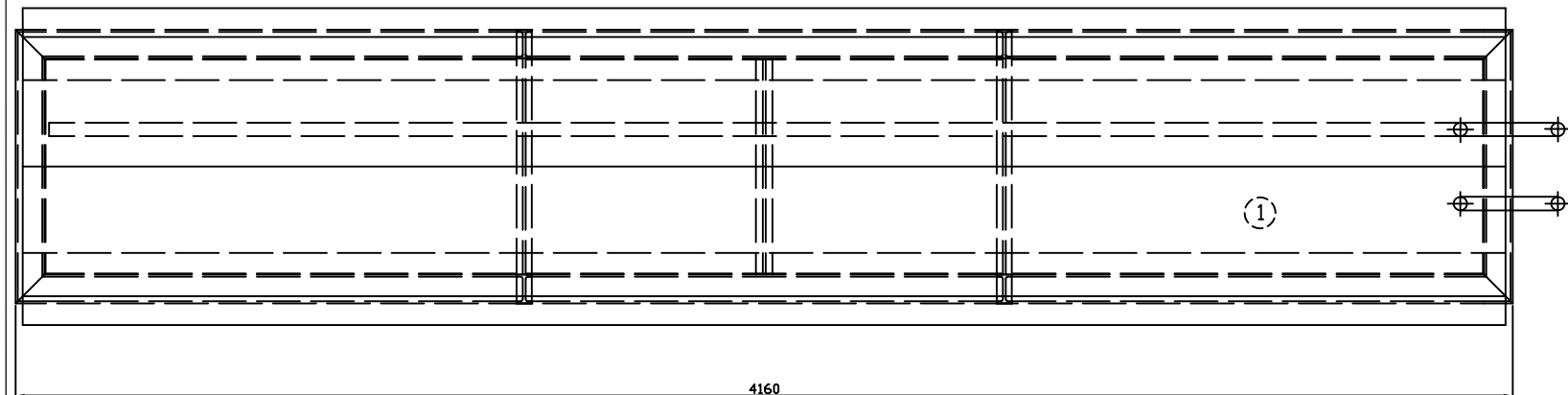
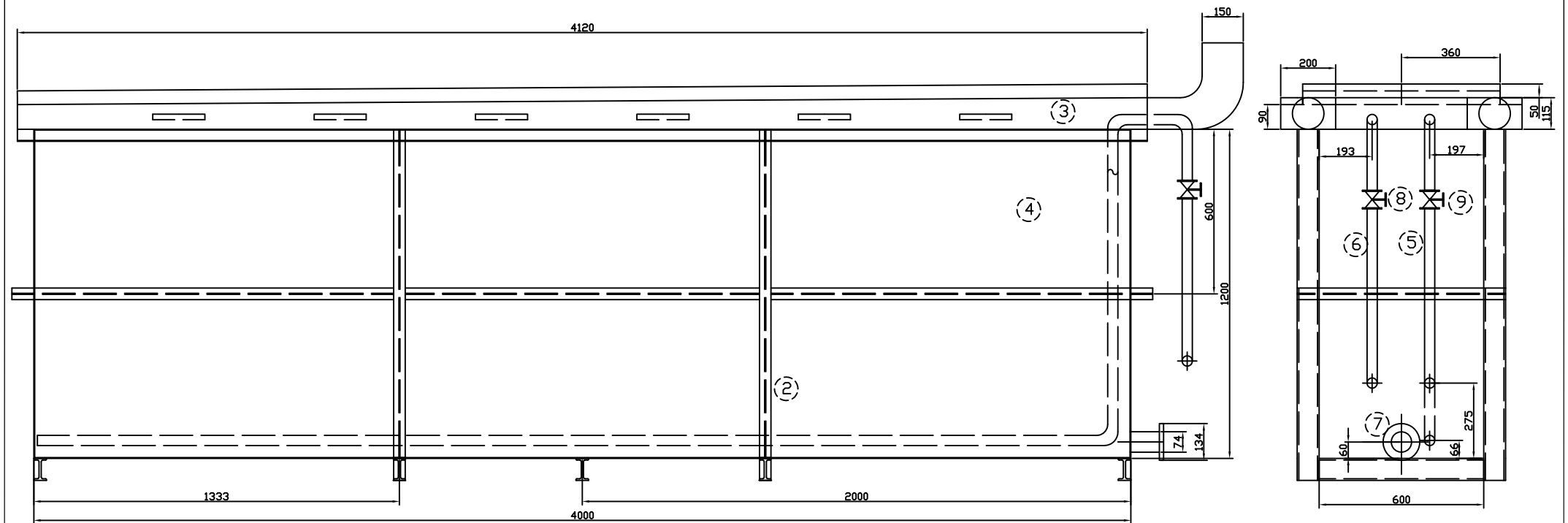
Plano N°1: Baño Desengrase.

Plano N°2: Baño Limpieza Alcalina.

Plano N°3: Baño Limpieza Ácida o Desoxidado.

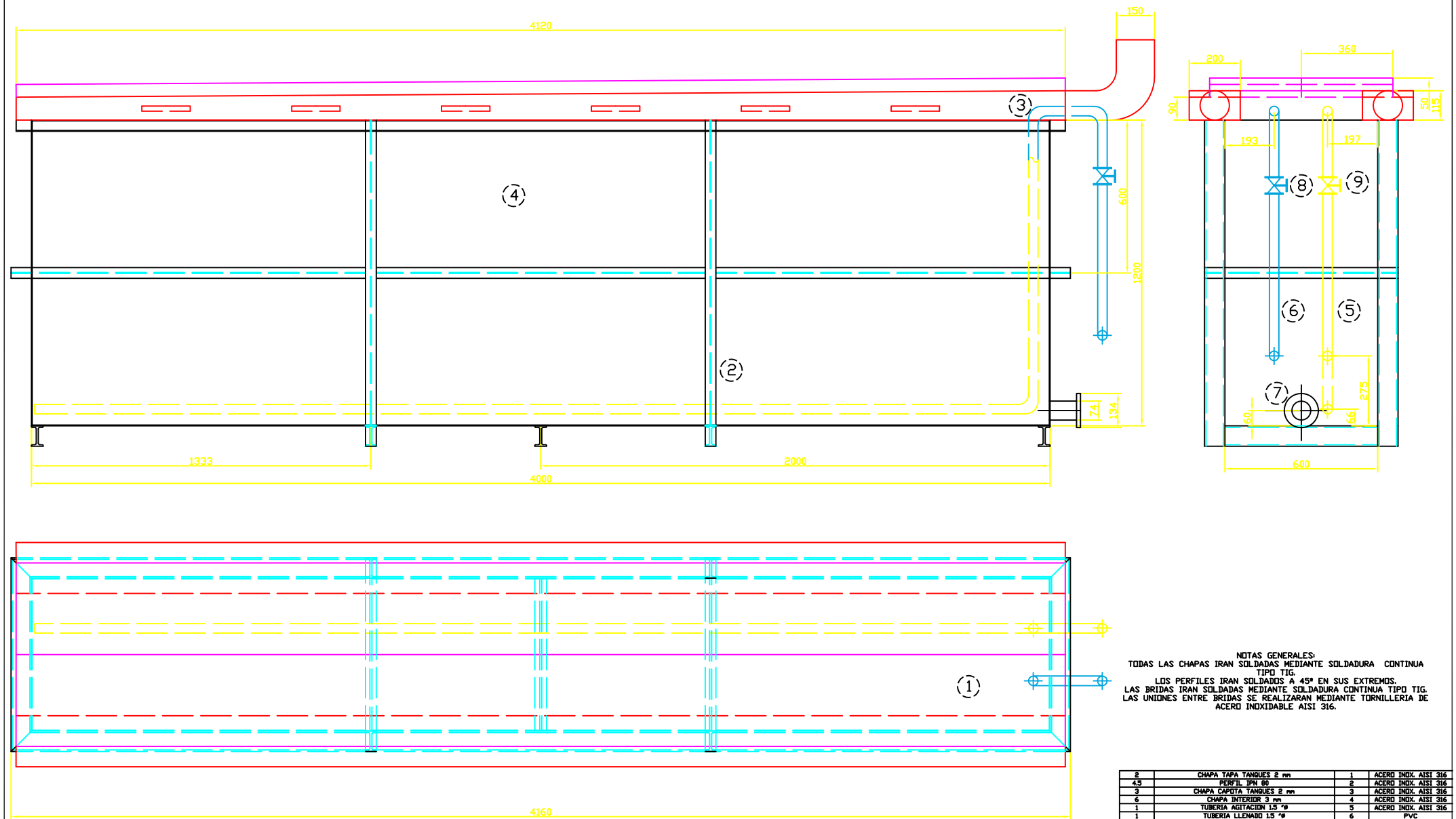
Plano N°4: Baño Película de Conversión Química.

Plano N°5: Baño Enjuague.

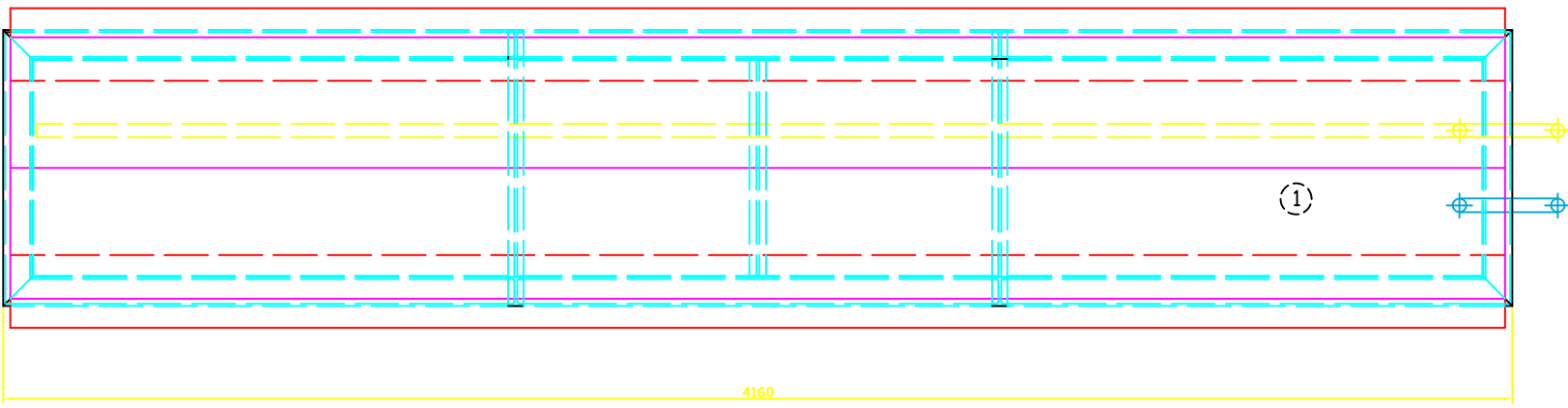
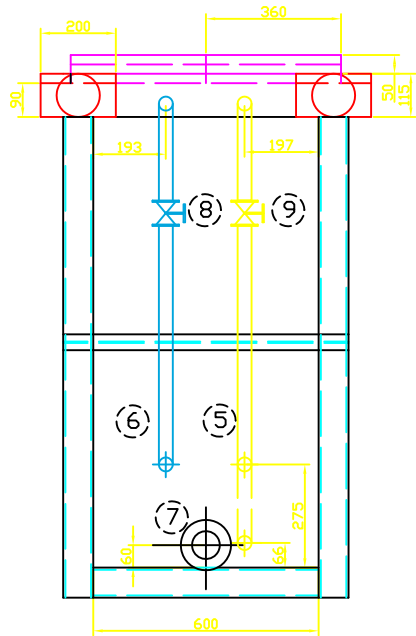
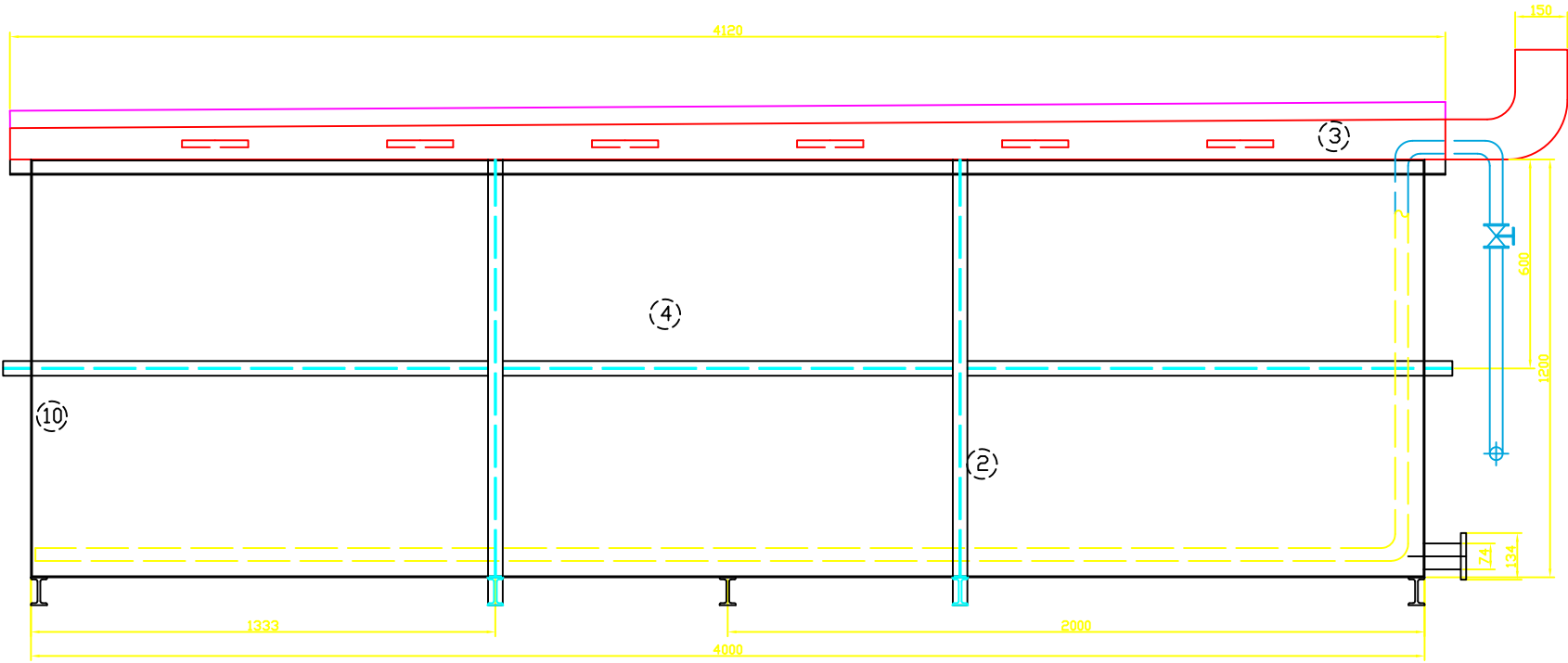


NOTAS GENERALES:
 TODAS LAS CHAPAS IRAN SOLDADAS MEDIANTE SOLDADURA CONTINUA TIPO TIG.
 LOS PERFILES IRAN SOLDADOS A 45° EN SUS EXTREMOS.
 LAS BRIDAS IRAN SOLDADAS MEDIANTE SOLDADURA CONTINUA TIPO TIG.
 LAS UNIONES ENTRE BRIDAS SE REALIZARAN MEDIANTE TORNILLERIA DE ACERO INOXIDABLE AISI 316.

2	CHAPA TAPA TANQUES 2 mm	1	ACERO INOX. AISI 316
4.5	PERFIL IPN 80	2	ACERO INOX. AISI 316
3	CHAPA CAPOTA TANQUES 2 mm	3	ACERO INOX. AISI 316
6	CHAPA INTERIOR 3 mm	4	ACERO INOX. AISI 316
1	TUBERIA AGITACION 1.5" #	5	ACERO INOX. AISI 316
1	TUBERIA LLENADO 1.5" #	6	PVC
1	BRIDA DESAGUE 3" #	7	ACERO INOX. AISI 316
1	VALVULA DE BOLA 1.5" #	8	PVC
1	VALVULA DE CORTE DE FLUJO 1.5" #	9	PVC
Nº Piezas	Denominación y observaciones	Designación	Material
Realizado	Fecha	DISEÑO DE UNA CADENA DE BANCOS PARA EL PROCESO DE PELÍCULA DE CONVERSIÓN QUÍMICA EN PIEZAS CONSTITUIDAS POR ALEACIONES DE ALUMINIO	
Dibujado	ANA PALMARES		
Comprobado			
Escala	BAND DE DESENGRASE		1.0
1:10			

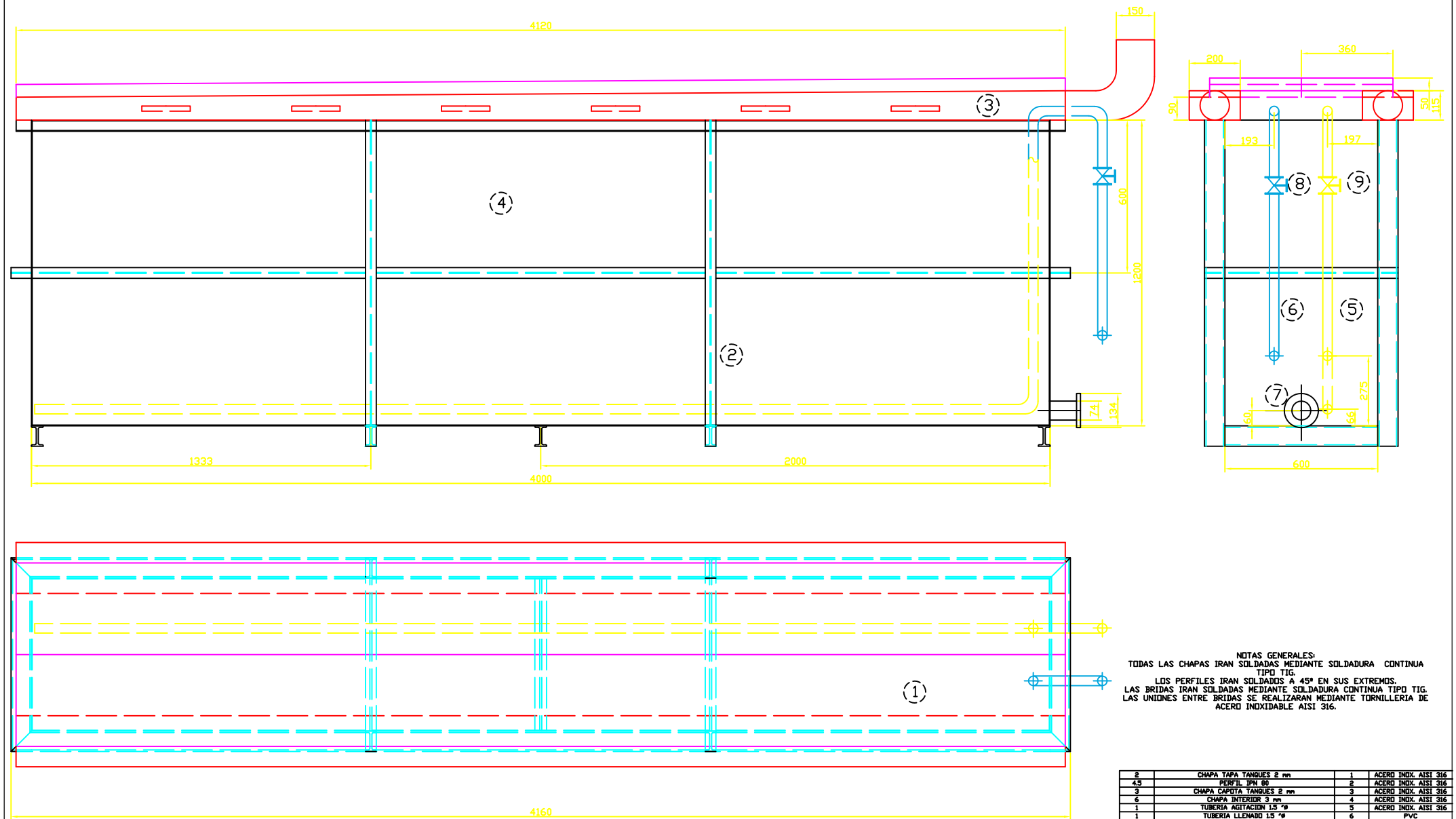


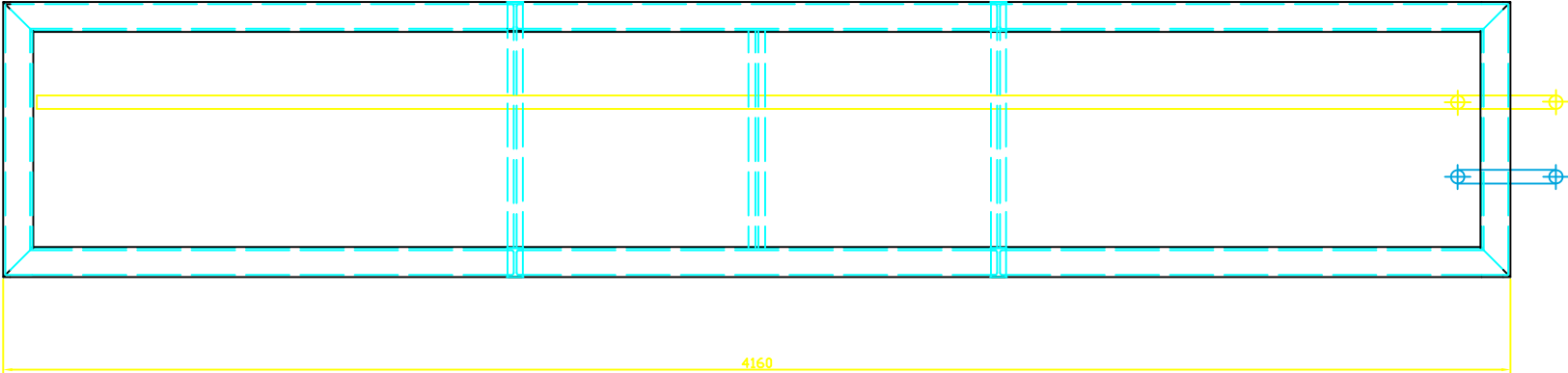
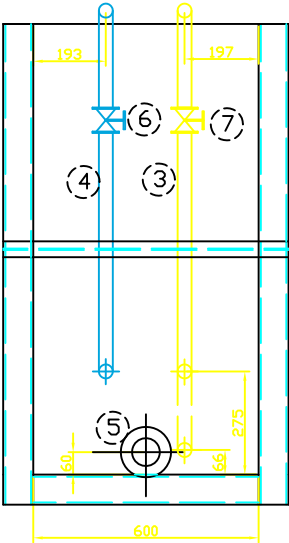
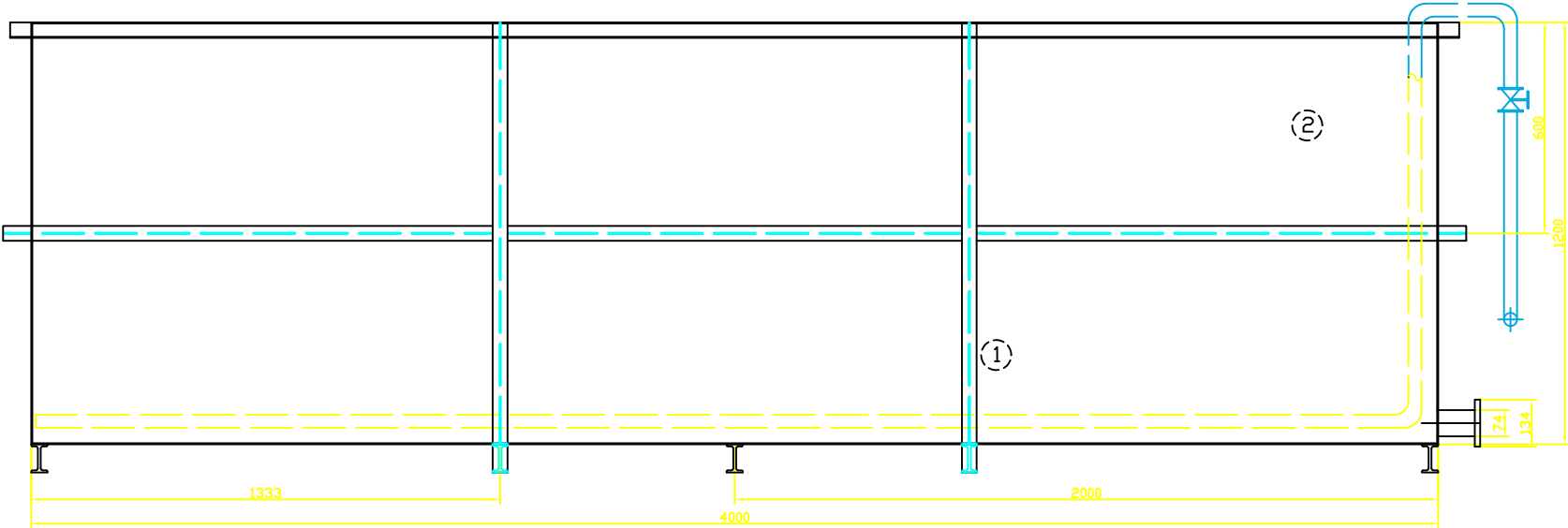
2	CHAPA TAPA TANQUES 2 mm	1	ACERO INOX. AISI 316
4.5	PERFIL IPN 80	2	ACERO INOX. AISI 316
3	CHAPA CAROTA TANQUES 2 mm	3	ACERO INOX. AISI 316
6	CHAPA INTERIOR 3 mm	4	ACERO INOX. AISI 316
1	TUBERIA AGITACION 1.5" ø	5	ACERO INOX. AISI 316
1	TUBERIA LLENADO 1.5" ø	6	PVC
1	BRIDA DESAGUE 3" ø	7	ACERO INOX. AISI 316
1	VALVULA DE BOLA 1.5" ø	8	PVC
1	VALVULA DE CORTE DE FLUJO 1.5" ø	9	PVC
Nº Piezas	Denominación y observaciones	Designación	Material
Realizado	Fecha	DISEÑO DE UNA CADENA DE BARRIOS PARA EL PROCESO DE PELÍCULA DE CONVERSIÓN QUÍMICA EN PIEZAS CONSTITUIDAS POR ALEACIONES DE ALUMINIO	
Dibujado	ANA PALMARES		
Comprobado	07/09/20		
Escala	1:10		2.0
BARRIO DE LIMPIEZA ALCALINA			



NOTAS GENERALES:
TODAS LAS CHAPAS IRAN SOLDADAS MEDIANTE SOLDADURA CONTINUA TIPO TIG.
LOS PERFILES IRAN SOLDADOS A 45° EN SUS EXTREMOS.
LAS BRIDAS IRAN SOLDADAS MEDIANTE SOLDADURA CONTINUA TIPO TIG.
LAS UNIONES ENTRE BRIDAS SE REALIZARAN MEDIANTE TORNILLERIA DE ACERO INOXIDABLE AISI 316.

2	CHAPA TAPA TANQUES 2 mm	1	ACERO INOX. AISI 316	
4.5	PERFIL IPN 80	2	ACERO INOX. AISI 316	
3	CHAPA CAPOTA TANQUES 2 mm	3	ACERO INOX. AISI 316	
6	CHAPA INTERIOR 3 mm	4	ACERO INOX. AISI 316	
1	TUBERIA AGITACION 1.5" #	5	ACERO INOX. AISI 316	
1	TUBERIA LLENADO 1.5" #	6	PVC	
1	BRIDA DESAGUE 3" #	7	ACERO INOX. AISI 316	
1	VALVULA DE BOLA 1.5" #	8	PVC	
1	VALVULA DE CORTE DE FLUIDO 1.5" #	9	PVC	
3	RECUBRIMIENTO PROTECTOR 2 mm	10	PVC	
Nº Piezas	Denominación y observaciones		Designación	Material
Realizado / Fecha: DISEÑO DE UNA CADENA DE BARDOS PARA EL PROCESO DE				
Dibujado: ANA PALMES		PELICULA DE CONVERSION QUIMICA EN PIEZAS		
Comprobado:		CONSTITUIDAS POR ALEACIONES DE ALUMINIO		
Escala:				
1:10		BARDO DE LIMPIEZA ACIDA O DESOXIDADO		3.0





NOTAS GENERALES:
TODAS LAS CHAPAS IRAN SOLDADAS MEDIANTE SOLDADURA CONTINUA TIPO TIG.
LOS PERFILES IRAN SOLDADOS A 45° EN SUS EXTREMOS.
LAS BRIDAS IRAN SOLDADAS MEDIANTE SOLDADURA CONTINUA TIPO TIG.
LAS UNIONES ENTRE BRIDAS SE REALIZARAN MEDIANTE TORNILLERIA DE ACERO INOXIDABLE AISI 316.

11	PERFIL IPN 80	1	ACERO INOX AISI 316
5	CHAPA INTERIOR 3 mm	2	ACERO INOX AISI 316
1	TUBERIA AGITACION 1.5" ø	3	ACERO INOX AISI 316
1	TUBERIA LLENADO 1.5" ø	4	PVC
1	BRIDA DESAGUE 3" ø	5	ACERO INOX AISI 316
1	VALVULA DE BOLA 1.5" ø	6	PVC
1	VALVULA DE CORTE DE FLUJO 1.5" ø	7	PVC
Nº Piezas		Designación	Material
Realizado			
Dibujado		FECHA	
Comprobado		DISEÑO DE UNA CADENA DE BANDOS PARA EL PROCESO DE PELÍCULA DE CONVERSIÓN QUÍMICA EN PIEZAS CONSTITUIDAS POR ALEACIONES DE ALUMINIO	
Escala			
1:10		BAND DE ENJUAGUE	
		5.0	

